

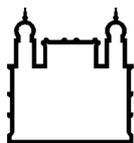
MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde

GENÉTICA E QUESTÕES BIOÉTICAS: POSSIBILIDADES E
DESAFIOS PARA O ENSINO MÉDIO

MARIA HELENA MACHADO

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2021



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde

MARIA HELENA MACHADO

Genética e Questões Bioéticas: Possibilidades e Desafios para o Ensino Médio

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz como requisito final para a obtenção de título de Doutora em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosane Moreira Silva de Meirelles

RIO DE JANEIRO

Fevereiro de 2021

Machado, Maria Helena .

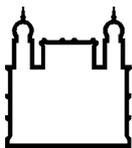
Genética e questões bioéticas: possibilidades e desafios para o ensino médio / Maria Helena Machado. - Rio de Janeiro, 2021.
216 f.

Tese (Doutorado) - Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, 2021.

Orientadora: Rosane Moreira Silva de Meirelles.

Bibliografia: f. 166-192

1. Bioética. 2. Genética. 3. Ensino Médio. 4. Proposta de Ensino. I. Título.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde

AUTOR: MARIA HELENA MACHADO

**GENÉTICA E QUESTÕES BIOÉTICAS: POSSIBILIDADES E DESAFIOS PARA O
ENSINO MÉDIO**

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Rosane Moreira Silva de Meirelles

Aprovada em: ____/____/____

EXAMINADORES

Prof. Dra. Maria de Fátima Alves de Oliveira – (FIOCRUZ) – Presidente

Prof. Dra. Daiane Priscila Simão (IPEC-PR) – Membro Titular

Prof. Dr. Anderson Vilasboa de Vasconcelos (UERJ) – Membro Titular

**Prof. Dr. Marcelo Diniz Monteiro de Barros (UEMG/ PUC-MG/ FIOCRUZ) – Revisor e
Primeiro Suplente**

**Prof. Dra. Ivanete da Rosa Silva de Oliveira (UniFOA-Volta Redonda) – Segundo
Suplente**

Rio de Janeiro, 26 de fevereiro de 2021.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me mantido na trilha certa durante a elaboração desta tese com saúde e forças para chegar até o final.

À minha mãe Mercedes, cujo empenho em me educar sempre veio em primeiro lugar. Aqui estão os resultados dos seus esforços. Seu apoio incondicional constituiu o substrato que me permitiu galgar degraus mais altos em minha formação profissional.

Ao meu pai José Cirilo (*in memoriam*), que me ensinou como me reerguer diante das adversidades da vida. Homem de poucas palavras, porém de imensa sabedoria.

Ao meu marido José Nazaré, pelo companheirismo, pelas palavras e atitudes encorajadoras. Grata pela sua compreensão com as minhas horas de ausência. Essa conquista reflete a honra de ter ao lado um grande marido e pai como você!

Aos meus filhos, Miguel e Vitor, minhas heranças e minhas mais belas e importantes obras. Grata por renovarem minhas energias e acalmarem meu coração a cada dia. Vocês são a minha inspiração e a certeza de que todos os meus esforços valem a pena.

À Dra. Rosane Moreira Silva de Meirelles, orientadora desta tese, por trilhar comigo essa caminhada, desde o curso de Mestrado, me ajudando a transpor mais esta etapa na vida acadêmica. Ressalto a sua disponibilidade, mesmo em período de férias, o incentivo e o apoio incondicional prestado, a forma interessada, extraordinária e pertinente como acompanhou a realização desta pesquisa. As suas críticas construtivas, as discussões e reflexões foram fundamentais ao longo de todo o percurso. Agradeço pelos eternos ensinamentos, seus preciosos conselhos e sua inestimável confiança.

Aos professores Dra. Maria de Fátima Alves de Oliveira, Dra. Daiane Priscila Simão, Dr. Anderson Vilasboa Vasconcellos e Dr. Marcelo Diniz Monteiro de Barros, por aceitarem o convite e pelas contribuições fundamentais para o aprimoramento desta obra. Igualmente agradeço aos professores do curso de Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz (RJ) pelos ensinamentos em cada disciplina, cujas aulas aperfeiçoaram meu olhar sobre a pesquisa acadêmica.

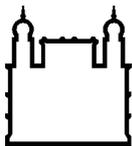
Aos amigos que tive o prazer em conhecer ao longo do curso e por ter compartilhado desafios, dúvidas, medos, saberes e sonhos. A todos os funcionários

da Secretaria Acadêmica e, em especial ao Isac Macêdo pela prontidão e profissionalismo em atender meus pedidos enquanto estudante do curso.

Aos gestores das escolas que aprovaram a realização desta pesquisa e aos professores que participaram das coletas de dados.

Aos meus alunos do Ensino Médio que aceitaram participar da pesquisa. Estendo a mesma gratidão aos pais dos alunos, que não apenas permitiram a participação dos filhos, sendo também coparticipantes nesta pesquisa.

Por fim, à Fiocruz, pelo acolhimento ao longo desses anos de pesquisa acadêmica.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

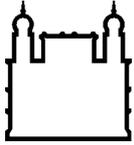
INSTITUTO OSWALDO CRUZ

GENÉTICA E QUESTÕES BIOÉTICAS: POSSIBILIDADES E DESAFIOS PARA O ENSINO MÉDIO

RESUMO

Os progressos científicos e as inovações tecnológicas evidenciam a necessidade de se discutir como a sociedade deve lidar com o uso de novas técnicas, práticas e formas de ver o mundo. Reconhecendo-se a escola como espaço de debates acerca da bioética, em virtude de o desenvolvimento do conhecimento e tecnologias na área da genética, das últimas décadas, impactarem as condições da vida humana, o objetivo desta tese foi discutir a importância da bioética no campo da genética para o Ensino Médio. Para tanto, pesquisaram-se, por meio da análise de conteúdo, documentos curriculares da educação básica e vinte livros didáticos de dez coleções, para compreensão das abordagens sobre as questões bioéticas no âmbito da genética. Na sequência, professores de Biologia de duas escolas públicas, localizadas em Pinheiral-RJ foram entrevistados a fim de investigar as práticas educativas sobre temas polêmicos no ensino de genética. Foram analisados, também, os conhecimentos dos alunos das turmas acompanhadas na pesquisa sobre genética e bioética. Por fim, elaborou-se uma proposta didática à luz da aprendizagem baseada em problemas, buscando-se evidenciar potencialidades e limites sobre o debate bioético no campo da genética. Concluiu-se que os PCNEM, referentes ao ano de 2002, dão mais ênfase às questões bioéticas no ensino de genética do que a BNCCEM, relativo ao ano de 2018, e que onze dos vinte livros didáticos pesquisados abordam as questões bioéticas, mas de maneira tímida, além de não haver propostas metodológicas para abordagem da temática. Docentes apontaram dificuldades em mediar o debate considerando a temática incipiente em livros didáticos e a grade curricular, o que se reflete na fala dos alunos sobre o tema, pois, embora eles tenham curiosidade sobre os avanços da genética, apresentam imprecisão conceitual sobre tais avanços e falta de conhecimento sobre bioética. Sugere-se a necessidade de implementação de novas abordagens nas aulas de Biologia que contemplem a conquista da autonomia crítica e moral do aluno. Espera-se, assim, contribuir para o debate sobre a bioética e avanços da genética por meio da proposta de abordagem direta, e discussão de casos, para aproximar tal debate ao cotidiano do estudante.

Palavras-chave: Bioética, Genética, Ensino Médio, Proposta de Ensino.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

GENETICS AND BIOETHICAL ISSUES: POSSIBILITIES AND CHALLENGES IN HIGH SCHOOL

ABSTRACT

Scientific progress and technological innovations highlight the need to discuss how society should deal with the use of new techniques, practices and ways of considering the world. Recognizing this choice as a space for debates concerning bioethics, due to the fact that the development of knowledge and technologies in the field of genetics during the last decades has impacted human conditions, the aim of this thesis was to discuss the importance of bioethics in the field of high school genetics. To this end, curriculum documents for basic education and 20 textbooks from 10 collections were researched through a content analysis in order to understand bioethical issue approaches in a genetics context. Subsequently, Biology professors from two public schools located in Pinheiral-RJ were interviewed in order to investigate educational practices on controversial topics in genetics teaching. Student knowledge within the assessed groups on research in genetics and bioethics was also analyzed. Finally, a didactic proposal was developed in the light of problems-based learning, seeking to highlight the potential and limitations of the bioethical debate in the field of genetics. It was concluded that the PCNEM for 2002 placed more emphasis on bioethical issues in the teaching of genetics than the BNCCEM for 2018, and that 11 of the 20 surveyed textbooks address bioethical issues, but very timidly. Furthermore, no methodological proposals for approaching the theme were noted. Teachers pointed out that it is difficult to measure the debate considering the incipient theme in textbooks and the curriculum, which is reflected in the students, discourse on the theme, since, although they are curious about genetics advances, they present conceptual inaccuracies on the subject and lack bioethics knowledge. A need to implement new approaches in Biology classes that contemplate the achievement of critical and moral student autonomy is, therefore, noted. We hope, therefore, to contribute to the debate on bioethics and genetic approaches through the proposal of a direct approach and case discussions to approach daily student lives.

Keywords: Bioethics, Genetics, High School, Teaching Proposal.

Dedico este trabalho, primeiramente, à minha mãe **Mercedes**, que me ensinou a prática da superação por meio da atitude. Ela, além de me dar a vida, é o pilar da minha formação como ser humano. Ao meu esposo **José Nazaré**, pelo amor e constante incentivo. Aos meus filhos — **Miguel e Vitor** —, pela compreensão nos momentos de ausência. Vocês dão sentido à minha existência!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: relação intrínseca entre ética e moral	27
Figura 2: mapa da localização de Pinheiral no Estado do Rio de Janeiro.....	76
Figura 3: gráfico representativo do número de abordagens das questões bioéticas em livros didáticos.....	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: livros didáticos analisados no presente trabalho	74
Quadro 2: informações gerais referentes aos documentos analisados.....	85
Quadro 3: classificação dos dados analisados.....	102
Quadro 4: categorias elaboradas do Tema “Concepções docentes sobre ética” a partir da análise por Tematização	111
Quadro 5: categorias elaboradas do Tema “Práticas Educativas” a partir da análise por Tematização.....	114
Quadro 6: categorias “Possibilidades ou Desafios”, elencadas a partir da análise por Tematização.....	117
Quadro 7: categorias elaboradas do Tema “Concepções sobre material genético” a partir da análise por Tematização	122
Quadro 8: categorias elaboradas do Tema “Concepções sobre material genético” a partir da análise por Tematização	125
Quadro 9: categorias elaboradas do Tema “Assuntos que despertam curiosidade” a partir da análise por Tematização	129
Quadro 10: categorias elaboradas do Tema “Percepções sobre os avanços da genética” a partir da análise por Tematização.....	131
Quadro 11: categorias elaboradas do Tema “Conhecimentos prévios sobre bioética” a partir da análise por Tematização	136
Quadro 12: organização dos textos nas atividades didáticas.....	141
Quadro 13: descrição da atividade inicial.....	142
Quadro 14: descrição da atividade final	143

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIDS – *Acquired Immunodeficiency Syndrome* (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida)

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

BNCCEM – Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEB/CNE – Câmara de Educação Básica/ Conselho Nacional de Educação

COVID-19 – *Corona Virus Disease 2019* (Doença por Coronavírus 19)

CRISPR – *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*

(Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespaçadas)

DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais

DNA – *Deoxyribonucleic Acid* (Ácido Desoxirribonucleico)

EJA – Ensino de Jovens e Adultos

HIV – *Human Immunodeficiency Virus* (Vírus da Imunodeficiência Humana)

ICTV – *International Committee on Taxonomy of Viruses* (Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus)

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

MP3 – *Moving Picture Experts Group (MPEG)*

MERS-Cov – *Middle East Respiratory Syndrome* (Síndrome Respiratória do Oriente Médio)

NIPT – *Noninvasive Prenatal Testing* (Teste Pré-Natal Não Invasivo)

OGMs – Organismos Geneticamente Modificados

OMS – Organização Mundial De Saúde

PCN+ – Orientações Curriculares Complementares aos PCNEM

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PNE – Plano Nacional de Educação

PNLD – Plano Nacional do Livro Didático

RHA – Reprodução Humana Assistida

SACGHS – *Secretary's Advisory Committee on Genetics, Health and Society* (Comitê Consultivo da Secretaria de Genética, Saúde e Sociedade)

SARS-CoV 2 – *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (Síndrome Respiratória Aguda Grave por Coronavírus 2)

SEEDUC-RJ – Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro

SPEC – Subprograma Educação para Ciência

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UGB – FERP – Centro Universitário Geraldo Di Biase

UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

(Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura)

UniFOA – Centro Universitário de Volta Redonda

USAID – *United States Agency for International Development* (Agência dos Estados

Unidos para o Desenvolvimento Internacional)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivos	21
1.1.1 Objetivo geral	21
1.1.2 Objetivos específicos	21
2 REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Da “LDB” dos anos 1960 à BNCC de 2018: breve relato histórico do ensino de Biologia no Brasil	22
2.2 Genética e ensino	24
2.3 Caracterização de ética e moral	26
2.4 História da ética na antiguidade	29
2.5 História da ética: a ética medieval	32
2.6 História da ética: a ética moderna	34
2.7 Ética e educação	37
2.8 Bioética	39
2.8.1 Contexto histórico	39
2.8.2 Marco conceitual	40
2.8.3 Princípios bioéticos	43
2.8.3.1 Corrente principialista	44
2.8.3.2 Corrente libertária	46
2.8.3.3 Corrente das virtudes	46
2.8.3.4 Paradigma casuístico	47
2.8.3.5 Paradigma do cuidado	47
2.8.3.6 Paradigma contemporâneo do Direito Natural	48
2.8.3.7 Paradigma contratualista	49
2.8.3.8 Paradigma personalista	49
2.8.3.9 Bioética global	50
2.8.3.10 Paradigma utilitarista	51
2.9 Bioética e genética	52
2.10 Bioética e ensino	53
3 REFERENCIAL TEÓRICO	55
3.1 Paulo Freire e a pedagogia dialógica	56
3.1.1 Teoria do desenvolvimento moral de Paulo Freire	61
3.2 Jürgen Habermas e a teoria da ação comunicativa	63

3.2.1 Desenvolvimento moral para Habermas	66
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	69
4.1 Aspectos éticos da pesquisa	69
4.2 Embasamento metodológico da pesquisa	70
4.2.1 Análise documental	70
4.2.2 Investigação nos livros didáticos	73
4.2.3 Coleta de dados com docentes e discentes	76
4.3 Ambiente e participantes da pesquisa	77
4.4 Instrumentos da pesquisa	80
4.4.1 Coleta de dados com os docentes	80
4.4.2 Coleta de dados com os discentes	81
4.5 Planejamento e estruturação da proposta didática	82
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
5.1 Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)	84
5.2 Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio (PCN+) ...	90
5.3 Análise da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCCEM)	94
5.4 Análise das abordagens bioéticas em livros didáticos de Biologia	102
5.5 Análise das entrevistas com os docentes	110
5.5.1 Perfil dos docentes	110
5.5.2 Tema 1: concepções docentes sobre ética	111
5.5.3 Tema 2: práticas educativas	114
5.5.4 Tema 3: desafios para trabalhar o tema	117
5.6 Análise das entrevistas com os discentes	121
5.6.1 Primeira coleta de dados com alunos do segundo ano do Ensino Médio	122
5.6.1.1 Tema 1: concepções sobre material genético	122
5.6.1.2 Tema 2: concepções sobre genética	125
5.6.2 Segunda coleta de dados com alunos do terceiro ano do Ensino Médio	128
5.6.2.1 Tema 1: assuntos que despertam curiosidade	128
5.6.2.2 Tema 2: percepções sobre manipulação genética e questões éticas ..	130
5.6.2.3 Tema 3: conhecimentos prévios sobre bioética	136
5.7 Proposta para atividades didáticas com enfoque bioético	139
5.8 Aplicação da proposta em 2020: entraves da pandemia do coronavírus ..	159
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	161
REFERÊNCIAS	167

ANEXO A – ACEITE DO COMITÊ DE ÉTICA – PRIMEIRA ETAPA – 2018.....	194
ANEXO B – ACEITE DO COMITÊ DE ÉTICA – SEGUNDA ETAPA – 2019	192
ANEXO C – AUTORIZAÇÃO ESCOLA A.....	196
ANEXO D – AUTORIZAÇÃO ESCOLA B.....	197
ANEXO E –TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)....	198
ANEXO F – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE).....	201
APÊNDICE A – ROTEIRO PARA ENTREVISTA COM PROFESSORES.....	203
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO DISCENTES – 2018.....	204
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO DISCENTES – 2019	206
APÊNDICE D – MATERIAIS PARA A PROPOSTA DIDÁTICA.....	209

APRESENTAÇÃO

Sou professora da rede pública de ensino há 28 anos, e há 22 anos atuo como professora de Biologia da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ), formada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Geraldo Di Biase (UGB – FERP) e Mestre em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente pelo Programa de Ensino do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA). Ingressei no doutorado em março de 2017 e, ao longo da minha trajetória acadêmica, tenho me debruçado em pesquisas e atividades pedagógicas na área de ensino em biociências.

Em relação à minha trajetória profissional, o interesse por essa área de conhecimento refere-se às vivências com alunos da educação básica, especialmente a respeito das dificuldades destes, para compreender conceitos de genética. Dentre as dificuldades, verifiquei a inaptidão dos alunos em dar significado ao que lhes é ensinado, bem como a dificuldade para elaborar argumentos fundamentados no que aprendem na escola diante de fatos do cotidiano.

O fato de o ensino de genética não ir além da familiarização dos estudantes com os códigos específicos dessa ciência e seus métodos experimentais sempre foi motivo de inquietude para mim. Ir além dessa abordagem de modo que o conhecimento aprendido seja instrumental e permita subsidiar o posicionamento frente de polêmicas relativas à produção e uso de organismos geneticamente modificados ou o emprego de tecnologias resultantes da manipulação do DNA, me impulsionou a elaborar um projeto de doutorado que ampliasse essa investigação e atendesse, também, os professores.

A pesquisa proposta nesta tese ocorreu em duas escolas estaduais, localizadas no município de Pinheiral–RJ, nas quais leciono as disciplinas Biologia e Química. Assim, enquadro-me no perfil de professora-pesquisadora da minha própria prática docente.

Muitas foram as lutas, os medos e as expectativas para desenvolver este trabalho. Mas, com a força que vem de Deus e com o apoio da minha família ao longo do doutoramento, superei desafios e, hoje, com grande satisfação apresento um dos maiores sonhos da minha vida, depois da maternidade: minha Tese de Doutorado.

1 INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento científico e tecnológico permite várias conquistas para a humanidade de forma progressiva. Temas relacionados às ciências biológicas têm papel importante na atualidade (KNIPPELS; WAARLO; BOERSMA, 2005; MELO; CARMO, 2009; PORRAS; OLIVÁN, 2013). Contudo, também existem implicações consequentes desses progressos que evidenciam a real necessidade de pensar atitudes responsáveis, compromissadas com a biodiversidade, com o meio ambiente e com a humanidade (SILVA; 2010; POTTER, 2016). Tais ponderações fazem parte do âmbito da Bioética que integra outras áreas do conhecimento, como a Biologia e a Medicina, a Filosofia, a Sociologia, entre outros (POTTER, 2016).

Um dos principais desafios da contemporaneidade é a interação das inovações da ciência e da tecnologia com a sociedade. Nesse cenário, a educação tem um papel singular, no que se refere ao ensino das ciências. Desse modo, ao capacitar as pessoas frente aos grandes temas contemporâneos, estas deveriam compreender as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (SILVA, 2008). A escola é, portanto, o *locus* no qual se espera que todos os cidadãos estejam presentes, sendo necessário que ela assuma postura educadora para seus estudantes dentro dos pressupostos éticos; ou seja, ela deve garantir a responsabilidade, a liberdade, a dignidade humana e o respeito aos seres humanos (DUMARESQ; PRIEL; ROSITO, 2009).

O conhecimento científico, especialmente o da Biologia, traz consigo consequências sociais, econômicas, políticas e éticas que devem ter espaço no ensino dessa disciplina (SILVA, 2008; SILVA; CABRAL; CASTRO, 2019). Portanto, na fase da educação básica, o ensino da genética pode ser entendido, também, como uma oportunidade para um trabalho direcionado à reflexão das questões éticas sobre genética.

A genética é uma especialidade da Biologia que estuda os genes, a hereditariedade e a variação entre os organismos (AMABIS; MARTHO; 2016; LOPES; ROSSO, 2016). A partir de suas descobertas, desenvolveu-se a biotecnologia que abarca a engenharia genética, a clonagem, o uso das células-tronco, os produtos transgênicos, a edição genética, entre outros.

Entretanto, observa-se, nas escolas de Ensino Médio, que os conteúdos relacionados à genética, apesar de sua relevância, têm sido abordados

superficialmente. Isso ocorre tanto pelo desafio encontrado pelos educadores — cujos assuntos são relativamente novos e, na maioria das vezes, não foram abordados durante o seu período de formação acadêmica — quanto pelos estudantes, devido à complexidade dos fenômenos relacionados ao tema e à construção de conceitos (BAHAR; JOHSTONE; HANSELL, 1999; GOLDBACH *et al.*, 2014; REIS; SILVA; BORGES, 2016; SILVA; CABRAL; CASTRO, 2019; SCHNEIDER; HARMEL; MEGLHIORATTI, 2010).

O vocabulário específico da genética, também, constitui uma barreira para a aprendizagem, visto que nem todos entendem as terminologias. Exige-se, nesse sentido, que os alunos sejam letrados em genética (KNIPPELS; WAARLO; BOERSMA, 2005; SANCHES, 2008).

Além das dificuldades em entender os conceitos ligados à genética, pesquisas apontam que as questões éticas envolvidas para o processo de aprendizagem, também, constituem um desafio para os professores, pois estes demonstram receio em relação à abordagem do ensino de genética nas suas aulas (COSTA; DINIZ, 2000; BRYCE; GRAY, 2004; KRASILCHIK; MARANDINO, 2007; SILVA, 2010). Assim, o estudo dos impactos produzidos pelos avanços da genética é uma área da pesquisa educacional que requer aprofundamento (SANCHES; SOUZA, 2008).

Krasilchick (2016) acrescenta que incorporar novos assuntos aos conteúdos tradicionais do ensino é fundamental para uma prática docente eficaz de acordo com as perspectivas do ensino de ciências. Carvalho (2016, p.11) salienta que é preciso por parte dos educadores “uma mudança conceitual, atitudinal e metodológica nas aulas” para que os estudantes construam um conhecimento científico não apenas com conceitos prontos, mas que abranja as “dimensões atitudinais”.

Nessa etapa da formação básica, a aquisição de conhecimentos relacionados aos conceitos, como genoma, transmissão de caracteres hereditários, clonagem, transgênicos, terapia com células-tronco, dentre outros, precisam ser trabalhados de forma mais aprofundada dentro da escola (PEDRANCINI *et al.*, 2008), por meio de práticas que dê condições mais adequadas e significativas para a aquisição tanto de conteúdos escolares, quanto de conhecimentos mais amplos como a promoção de valores e princípios que permitam ações cada vez mais conscientes por parte da coletividade, assegurando-se o limite, as garantias e a preservação da vida para manter o bem-estar social (PERRENOUD, 1999).

A ética ampara a construção de valores para nortear o agir moral. Assim, entende-se que os aspectos éticos e morais se conectam. Atualmente, se reconhece que a bioética abarca as particularidades das consequências morais da ação humana, sendo entendida de vários modos (MOTTA; VIDAL; SIQUEIRA-BATISTA, 2012). Para Kottow (2005), a bioética trata da soma de concepções, argumentos e diretrizes que ratificam, eticamente, as práticas humanas. Tais práticas atingem, de forma real ou latente, e de modo significativo e irreversível, na maioria das vezes, os organismos vivos. É possível considerar a bioética, nesse sentido, como o estudo sistemático dos aspectos e argumentos morais favoráveis e contra certos atos humanos que afetam a qualidade de vida dos seres vivos e as condições ambientais do planeta (MOTTA; VIDAL; SIQUEIRA-BATISTA, 2012).

As discussões acerca da bioética tornam-se urgentes em vários espaços da sociedade e, especialmente, nos espaços escolares, na medida em que o desenvolvimento da genética das últimas décadas tem impactado, de forma talvez irreversível, as condições da vida humana (DINIZ *et al.*, 2018).

Nessa realidade, a bioética surge como necessidade de aplicação para formação dos alunos, considerando-se que esse tipo de análise contribui para desenvolver a percepção de que o conhecimento biológico utilizado de maneira inadequada coloca a vida em risco, requerendo a participação responsável de todos os cidadãos nesse processo de desenvolvimento científico (VIEIRA, 2006).

O tema “bioética” está presente no ensino de genética, em que os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) e a Base Comum Curricular para o Ensino Médio (BRASIL, 2018) orientam a manipulação genética como conteúdo estruturante na disciplina de Biologia.

A análise desse cenário desencadeou e amadureceu a ideia que permeia esta tese, a qual remete, também, às minhas vivências como professora de Biologia do Ensino Médio. A partir da prática de abordagens de ensino com discussões e debates em sala de aula, acerca de questões controversas, foi possível perceber a riqueza e, ao mesmo tempo, as dificuldades de argumentação dos jovens ao externarem suas opiniões. Tal prática promovia maior integração entre os estudantes com professores, possibilitando a mudança de atitude mais individualista para uma postura mais coletiva.

Para potencializar o interesse por essa investigação, vale ressaltar que os professores se deparam com temas polêmicos em sala de aula e precisam enfrentar

as indagações dos alunos (BONZANINI, 2011; GUIMARÃES, 2017). Nesse cenário, torna-se imprescindível realizar estudos que conduzam à reflexão sobre as condições de responsabilidade ética no que se refere às modificações genéticas, aprendendo os conteúdos de forma mais crítica.

Nesse ínterim, questões relativas ao genoma humano, à prevenção de doenças genéticas, aos alimentos transgênicos, entre outros, foram elencadas como tópicos de interesse dos alunos para a pesquisa apresentada nesta tese. Entretanto, esses temas geram mal-entendidos e polêmicas, diante das quais o conhecimento dos aprendizes sobre genética é importante para os posicionamentos conscientes e críticos destes frente às implicações éticas dos desenvolvimentos nesse campo do conhecimento (RODRÍGUEZ, 1995; WOOD-ROBINSON; LEWIS; LEACH, 2000; AYUSO; BANET, 2002).

Estudos direcionados à inclusão de bioética no Ensino Médio, ainda, são incipientes, até mesmo em países cuja discussão é mais antiga que no Brasil com predominância de experiências destinadas para o ensino superior (SILVA, 2008; MARQUES; MORAES FILHO, 2016; OZKAN; TOPSAKAL, 2016; FISCHER *et al.*, 2018; JÁCOME; LOUZADA-SILVA, 2018).

Nessa perspectiva, é pertinente destacar os trabalhos de Silva (2008) que pesquisou a formação inicial de licenciandos de Ciências e Biologia para investigar se ela contribui, adequadamente, para a tematização e construção de valores humanos, bem como verificar, com base no ponto de vista dos licenciandos, seu papel na formação ético-moral dos futuros alunos e o nível de preocupação sobre a dimensão ética dos saberes científicos e a pesquisa de Marques e Moraes Filho (2016) que comparou a opinião de alunos do Ensino Médio de instituição privada e pública, acerca de temas que envolvem a bioética com o propósito de analisar se o conhecimento proporcionado pela orientação da educação influencia as opiniões dos participantes. Guimarães (2017) e Fischer *et al.* (2018) investigaram, juntamente aos professores, como estes abordam os conteúdos relativos aos avanços biotecnológicos no Ensino Médio a fim de se refletir sobre os cenários para inserção da bioética na área da Biologia no Ensino Médio. Jácome e Louzada-Silva (2018) refletem sobre como a bioética pode ser discutida em ambiente escolar de Ensino Médio regular e de Educação de Jovens e Adultos – EJA, tendo como balizadores documentos orientadores de ampla aceitação internacional, apontando caminhos e definindo estratégias a serem adotadas por sistemas e unidades educacionais.

No âmbito do ensino de genética, Kovaeski e Araújo (2013) analisaram a apresentação do tema bioética e história da ciência, nos livros didáticos, com relação aos conteúdos de genética. Chaves e Camarotti (2015) pesquisaram livros didáticos de Biologia, presentes no guia PNLD/2012, quanto aos tipos de enfoques veiculados ao tema biotecnologia e engenharia genética, acerca das questões éticas.

No contexto internacional, Chen e So (2017) investigaram as atitudes e o raciocínio ético de 59 professores de Biologia da China Continental em relação a três questões sociocientíficas, incluindo modificação genética, terapia genética e tecnologia de reprodução assistida, usando uma pesquisa com perguntas abertas.

Larue *et al.* (2018) desenvolveram um programa profissional de professores para o ensino da geração do genoma e um conjunto de aulas de Biologia do Ensino Médio que apoia o ensino interligado de genética molecular, bioinformática e bioética em sala de aula, na Inglaterra. Nesse contexto, na perspectiva de se investigarem as possibilidades e desafios que permeiam as discussões bioéticas no ensino de genética na Educação Básica, esta tese está organizada em sete Capítulos.

No primeiro Capítulo, consta a Introdução. No segundo Capítulo estão descritos os Objetivos. No terceiro Capítulo está a Revisão de Literatura. No quarto Capítulo, está o Referencial Teórico, que, juntamente à Revisão de Literatura, descrita no terceiro Capítulo, contém elementos essenciais para a análise dos dados obtidos. No quinto Capítulo, são descritos os Procedimentos Metodológicos, divididos em subitens para facilitar a compreensão do leitor sobre a maneira como a pesquisa foi conduzida. O sexto Capítulo engloba os Resultados encontrados e discutidos à luz dos Referenciais Teóricos. O sétimo e último Capítulo abarca as Considerações e as Perspectivas a partir da pesquisa realizada.

O problema de pesquisa desta tese refere-se à seguinte pergunta de investigação: “quais são as possibilidades e desafios referentes às discussões bioéticas para o ensino de genética na Educação Básica?”.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Pesquisar sobre as possibilidades e desafios referentes às discussões bioéticas para o ensino de genética na educação básica.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar como são abordadas as questões bioéticas em documentos curriculares do Ensino Médio e livros didáticos da mesma modalidade;
- Averiguar que práticas educativas são utilizadas na abordagem do tema bioética no ensino de genética por professores do Ensino Médio;
- Investigar as representações de estudantes do Ensino Médio sobre genética e temas relacionados à Bioética;
- Propor uma atividade didática, a fim de problematizar aspectos bioéticos na área da genética, com base na Aprendizagem Baseada em Problemas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Da “LDB” dos anos 1960 à BNCC de 2018: breve relato histórico do ensino de Biologia no Brasil

Na contemporaneidade sociopolítica brasileira, os debates educacionais são marcados pela procura de definições do que seja o conhecimento, sua relevância, como são produzidos e difundidos pela relação de ensino e aprendizagem no espaço escolar (BAUER; SEVERINO, 2016). A elaboração de bases gerais para a construção dos currículos da escola básica tem sido preocupação dos órgãos diretores da educação em diferentes contextos históricos da educação nacional, se tornando, mais habitual, a partir do final da década de 1990. São diversas as razões para essa inquietação ao longo da nossa história e dependeram do contexto sociopolítico, econômico e educacional, mas, de modo geral, visando à modernização e à democratização da educação (GONTIJO, 2015).

Nesse cenário, a intenção de se discutir a história do currículo não está centralizada na estrutura em que se constituía o conhecimento escolar no passado, mas sim na compreensão da estrutura da construção social que é levada até os tempos atuais da concepção do ensino (GOODSON, 2013).

Em sua maioria, os documentos não pretenderam impor o currículo da escola, mas, apenas, oferecer, em primeiro momento, contribuições para organização dos currículos escolares e, em segundo momento, mais recentemente, metas para a construção da qualidade da educação básica, no contexto de implantação dos sistemas de avaliação em larga escala, objetivando a melhoria da qualidade da educação por meio da medição de resultados (GONTIJO, 2015).

O processo de seleção e organização do currículo não deve ser visto como um processo desinteressado, imparcial e inconsciente. Nessa perspectiva, ele sempre será carregado de interesses subjacentes às disciplinas escolares e às configurações do plano de estudos. Dessa forma, o contexto social que ele é criado faz com que o currículo tenha efeitos sobre as pessoas, produzindo ações de inclusão ou exclusão, além de legitimar grupos e ideias (GOODSON, 2013).

No âmbito das políticas educacionais aplicadas à educação básica nas últimas décadas, elas têm sido influenciadas por orientações dos organismos

internacionais, como o Banco Mundial, as quais produzem um impacto significativo nas concepções do conhecimento escolar e na formulação curricular (LIBÂNEO, 2016).

A institucionalização de propostas para a diminuição da pobreza, refletidas em um conceito de escola como espaço de abrigo social e receptividade com a implementação de um currículo instrumental ou de resultados, é uma das orientações mais presentes nos documentos do Banco Mundial (LIBÂNEO, 2016).

Nesse sentido, o currículo instrumental ou de resultados se define como um conjunto de conteúdos mínimos necessários ao trabalho e emprego, aliado ao convívio e acolhimento social, visando à promoção da cidadania baseada na solidariedade e na contenção de conflitos sociais (LIBÂNEO, 2016).

Diferentes autores têm suas próprias concepções sobre o currículo. Alguns o defendem como um conjunto de conhecimentos, comportamentos e atitudes que devem ser trabalhados na escola, ano após ano (ZABALZA, 1992; CORAZZA, 2001; LIBÂNEO, 2001). Outros entendem currículo como uma construção coletiva do conhecimento, pressupondo a sistematização dos meios para a efetivação desta construção (VEIGA, 2002; HORNBERG; SILVA, 2007) e, ainda como sendo um plano de orientação tecnológica que se conecta com aquilo que deve ser ensinado e como deve ser, em ordem a um grau máximo de eficiência e cabe ao professor, apenas, executar um plano (CORREIA; DIAS, 1998).

Independentemente da definição utilizada, as propostas de mudanças curriculares presentes na reforma educacional, fomentadas por diferentes elementos ao longo dos vários níveis de decisões, confluem para um cenário que poucas vezes é o planejado pelos propositores do currículo na realidade das salas de aula (KRASILCHIK, 2000; LEITE; DOURADO, 2017).

Os dados teóricos sobre a história do ensino de Biologia ao longo dos anos, ancorados em princípios e fundamentos para a organização curricular da Educação Básica, foram publicados na Revista Debates em Educação (MACHADO; MEIRELLES, 2020).

2.2 Genética e ensino

A genética está incluída no contexto do desenvolvimento tecnológico em inúmeras áreas como a biologia molecular, citogenética, transgenia mutagênese entre outros (BRANCO; CASTRO; SILVA, 2019; ZATZ, 2016; BONZANINI, 2011). A compreensão de assuntos polêmicos que ganham espaço na mídia, tais como banco de células de cordão umbilical para transplantes, fecundação *in vitro*, desenvolvimento de células-tronco para combater doenças, uso de organismos transgênicos, clonagem de organismos, entre outros, são delegados a vários conceitos de Biologia. E estes articulam-se, especificamente, ao ensino de genética (BRANCO; CASTRO; SILVA, 2019).

Nessa conjuntura, conteúdos relacionados à genética e suas tecnologias, difundidos pela mídia, devem fazer parte do ambiente escolar, e precisam ajudar o aprendiz a discutir as questões contemporâneas (BONZANINI, 2011).

Por meio do ensino de genética, é possível que os alunos compreendam aspectos importantes relacionados ao corpo humano (JUSTINA; FERLA, 2006). Além disso, técnicas e conceitos inovadores, como a terapia gênica¹, são apresentados e discutidos. No entanto, vale destacar que, para os alunos se posicionarem em relação às novas descobertas, é preciso conhecimento nessa área e o desenvolvimento de um olhar crítico (BONZANINI, 2011), o que pode e deve ser favorecido pelo ensino de genética.

Contudo, no cenário educacional brasileiro, a elaboração dos currículos, a organização e o gerenciamento do processo de ensino e aprendizagem, ainda, são característicos do começo do século XX. O ensino de conceitos científicos é apresentado, na maioria das vezes, nos livros didáticos de maneira enciclopédica e são tratados, apenas, como dados a serem memorizados (VESTENA; LORETO; SEPEL, 2015).

Além disso, os conceitos de genética são considerados de difícil compreensão e assimilação e são alguns dos mais complexos dentro da Biologia (SCHEID; FERRARI, 2012; NASCIMENTO, 2017). Considerando-se essa dificuldade, pesquisas demonstram, ainda, que conceitos básicos de genética não foram compreendidos por alunos ao final dos anos de escolaridade obrigatória

¹ Terapia genética ou Geneterapia é a inserção de genes sadios (nesse contexto genes terapêuticos) nas células e tecidos de um indivíduo para manipular, substituir ou auxiliar genes inativos ou disfuncionais (LINDEN, 2008).

(MARTINEZ; FUJIHARA; MARTINS, 2008; BONZANINI, 2011; SCHEID; FERRARI; 2012; BRÃO; PEREIRA, 2015; VESTENA; LORETO; SEPEL, 2015).

Para sanar as dificuldades supracitadas, é preciso aproximar o conteúdo da vivência do aluno, já que os conceitos genéticos são considerados abstratos. Assim, a escola pode e deve ser um ambiente favorável para a partilha e para a construção de conhecimentos relacionados à genética, favorecendo a formação do cidadão crítico e consciente. Os assuntos de genética debatidos na mídia devem fazer parte do currículo escolar (MOURA *et al.*, 2013; VESTENA; LORETO; SEPEL, 2015).

Esses aspectos sugerem a necessidade de repensar o ensino de genética nas escolas básicas. É preciso propor novas formas de trabalhar esse conteúdo, já que é de difícil compreensão e não vem sendo assimilado de maneira satisfatória pelos estudantes.

Os professores de genética devem utilizar práticas inovadoras para que o processo de ensino e aprendizagem aconteça efetivamente. O ensino de genética pode ser favorecido com métodos inovadores de ensino, tais como arte, modelos e jogos. É preciso que o conhecimento em genética seja capaz de romper os muros da escola (MARTINEZ; FUJIHARA; MARTINS, 2008; BONZANINI, 2011; MOURA *et al.*, 2013).

Considerando-se que o uso exclusivo de aulas teóricas pode provocar o desinteresse e a falta de motivação dos alunos, o professor de genética deve usar estratégias alternativas. Além disso, este não se deve ater, somente, ao livro didático e aulas totalmente expositivas. Apesar da carência de equipamentos sofisticados nas escolas, é possível realizar atividades práticas simples e que atendam ao objetivo da aula; é preciso criatividade para inovar no ensino de genética (JUSTINA; FERLA, 2006; BORGES; FARIA; FARIA, 2011; BRÃO; PEREIRA, 2015).

Então, é necessário que o ensino de genética contemple atividades diferenciadas que sejam capazes de complementar a aula teórica, proporcionando aos alunos uma maior compreensão desse conteúdo tão relevante e, ainda, tornando os processos de ensino e aprendizagem em genética mais prazerosos (BRÃO; PEREIRA, 2015).

Considerando-se, ainda, que o professor de Biologia é historicamente exposto a diversos desafios, acompanhar as descobertas científicas e tecnológicas se torna uma obrigação. Para isso e para melhorar a qualidade do ensino, é preciso tempo,

estudo e dedicação, o que não é simples considerando-se a realidade educacional brasileira. Isso se agrava em relação ao ensino de genética, pois, na maioria das vezes, os professores não conseguem acompanhar as inovações constantes e, conseqüentemente, não as levam para a prática docente (MOURA *et al.*, 2013).

2.3 Caracterização de ética e moral

Nesta seção pretende-se elucidar e conceituar os termos ética e moral, que, em algumas situações são utilizados como sinônimos (RICOEUR, 2002). Sobre a etimologia dos termos “uma provém do grego (“ethos”), a outra do latim (“moralis”), e ambas remetem à ideia de costumes (RICOEUR, 2002). É adequado, portanto, aprofundar os significados de tais termos:

Toda cultura e cada sociedade institui uma moral, isto é, valores concernentes ao bem e ao mal, ao permitido e ao proibido, e à conduta correta, válidos para todos os seus membros. Culturas e sociedades fortemente hierarquizadas e com diferenças muito profundas de castas ou de classes podem até mesmo possuir várias morais, cada uma delas referida aos valores de uma casta ou de uma classe social. No entanto, a simples existência da moral não significa a presença explícita de uma ética, entendida como filosofia moral, isto é, uma reflexão que discuta, problematize e interprete o significado dos valores morais (...). (CHAUI, 2019, p. 436).

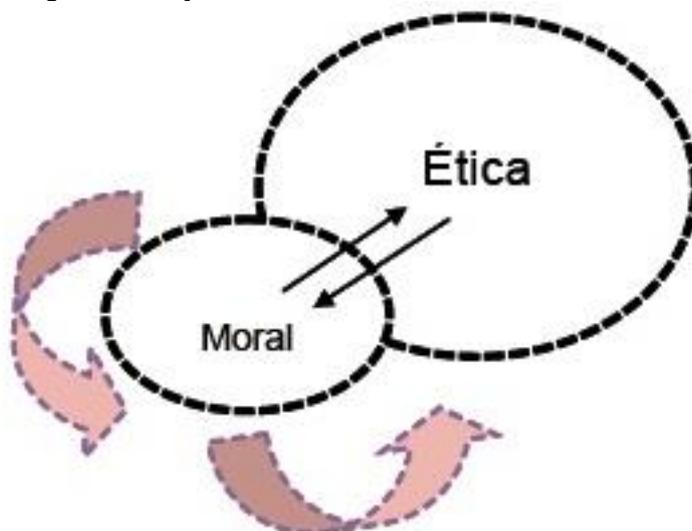
Toda pessoa possui a consciência moral, que a leva a diferenciar o bem do mal na realidade em que vive. A moral despontou nas sociedades primitivas, quando o ser humano passou a fazer parte de grupos, nas primeiras tribos, enquanto a ética teria aparecido com Sócrates, com a exigência maior de cultura. Esta analisa e explica as normas morais, pois conduz o indivíduo a agir principalmente por convicção e inteligência e não apenas por hábito, tradição ou educação (TADÊUS, 2009). A moral é extremamente prática, enquanto a ética é teórica e reflexiva. Nesse sentido, há uma interdependência entre ambas, em que uma completa a outra, pois o conhecer e o agir são inseparáveis para a ação humana (VÁSQUEZ, 2018).

Pedro (2014) empreende reflexão sobre a iminente relação entre ética e moral: “na medida em que a ética tem como objeto de estudo a própria moral, não existindo desligada uma da outra, mas sendo independentes entre si” (PEDRO, 2014, p. 486).

Nessa perspectiva, para que os valores morais adquiram sentido, é preciso que ocorra reflexão ética sobre eles, assim, a ética envolve a moral, enquanto

fundamento das suas reflexões e sem a qual não existiria, ao passo que a moral envolve a ética para se reavaliar, configurando-se uma conexão importante, conforme demonstra a Figura 1 (PEDRO, 2014).

Figura 1: relação intrínseca entre ética e moral



Fonte: Pedro (2014, p. 487).

Apesar de cada uma delas preservar as suas peculiaridades, uma complementa a outra visto que possibilita à moral um canal de comunicação e o diálogo ético-moral, interpretado como a solução ao dogmatismo moral. Tal interlocução pode ocorrer por meio da reflexão de cada sistema de moralidade existente acerca da origem e importância das suas antigas regras e normas morais, mas nem sempre refletidas à luz dos princípios que as constituem (PEDRO, 2014).

Para Valls (2017), a ética está associada à fundamentação dos valores morais que regem o comportamento dos seres humanos em sociedade. Nesse cenário, a moral é o conjunto de regras aplicadas à sociedade a fim de orientar cada pessoa acerca do que é certo ou errado, moral ou imoral. Todavia, a ética tenta explicar as regras morais de forma racional, ou seja, é uma reflexão sobre a moral.

Coadunando com esse conceito, Cortina e Martinez (2019) também identificam a ética como filosofia moral. Portanto, a ética trata da reflexão acerca da moral; em contrapartida, como componente da filosofia, a ética é um tipo de saber que se tenta construir racionalmente, usando os métodos de análise e o rigor conceitual, além da explicação própria da filosofia. A autora sustenta que a ética procura orientar as ações humanas, tendo, assim, um enfoque normativo.

Nessa conjuntura, a moral, também, é um saber que norteia as atitudes, entretanto, propõe ações concretas em casos reais, ao passo que a ética, como filosofia moral, leva à reflexão acerca das morais e diferentes formas de justificar racionalmente a vida moral, de maneira que seu modo de nortear a ação é indireta, podendo indicar, por exemplo, qual conceito moral é mais razoável para que, a partir dela, possa direcionar o comportamento. Essa autora afirma que a ética tem como seu último objetivo elucidar, reflexivamente, a área da moral.

Opondo-se a essa opinião, Freitag (2005) afirma que, sem um tratamento multidisciplinar, é inviável analisar o tema da moralidade. A autora sugere que a moralidade deva ser tratada com base em perspectiva da psicologia, da sociologia e da filosofia.

Na perspectiva sociológica, justifica-se sua abordagem, pois a moralidade relaciona-se à ação de um indivíduo que associa sua atitude com a atitude dos outros. Torna-se um assunto da psicologia, visto que a moralidade presume uma causa da atitude, uma explicação para os motivos que levaram o indivíduo a agir assim e não de maneira diferente, ou seja, há responsabilidade do sujeito. Por exemplo, conforme o comportamento é julgado, com base em certos critérios, e essa reflexão pressupõe um sujeito consciente e responsável, forma-se uma consciência moral capaz de julgar o certo e o errado (FREITAG, 2005).

A presente pesquisa coaduna com a importância das diversas interfaces da moralidade, reconhecendo, assim, sua complexidade, pois observá-la com base em diferentes perspectivas colabora para o seu entendimento.

Em relação aos aspectos que definem os termos “ética” e “moral”, estes aparecem conectados em muitos contextos cotidianos: diz sobre uma “atitude ética” para caracterizar uma ação “moralmente correta” de acordo com certo código moral (CORTINA; MARTINEZ, 2019). Assim, “moral” é o conjunto de costumes, normas e valores que é transmitido de geração a geração. Constitui legado de diretrizes acerca da maneira de se comportar, em tempos determinados.

Em contrapartida, no contexto filosófico, a ética está associada à reflexão sobre os problemas morais. Enquanto a moral está para o questionamento: “o que se deve fazer?”, a ética está para: “por que fazer?”. Ou melhor, “que argumentos respaldam o código moral aceito como guia de conduta?” (CORTINA; MARTINEZ, 2019). Dessa forma, a ética é uma reflexão da moral e não pode ser confundida com esta, a qual integra seu objeto de estudo. A presente pesquisa coaduna com a

importância das diversas interfaces da ética, reconhecendo, assim, sua complexidade, pois, observá-la sob diferentes perspectivas colabora para seu entendimento.

2.4 História da ética na antiguidade

A rigor, a ética nasceu na Grécia, praticamente de maneira simultânea ao desenvolvimento da filosofia. Embora os seus princípios estivessem presentes em certas civilizações desde o começo da humanidade, os gregos foram os responsáveis pela racionalização entre os sujeitos, por refletir sobre as posturas e pela sistematização das ações humanas (FIGUEIREDO, 2008; VALLS, 2017).

Assim, os filósofos gregos foram os primeiros a refletirem sobre a ética, ancorando tal palavra ao conceito de moral e cidadania, pois precisavam de harmonia, fidelidade e honestidade entre os seus cidadãos (EGG, 2009).

Diante do olhar mais atento acerca das problemáticas a respeito da ética, são observadas algumas reflexões, fundamentadas, respectivamente, em pressupostos filosóficos dos sofistas, nos de Sócrates, além de Platão e Aristóteles.

Os sofistas, especialistas no ensino da linguagem e cultura geral, que existiram na Grécia do século V a. C., eram provenientes de várias partes do mundo grego. Viajavam de um lugar para o outro por conta da sua atividade profissional e cobravam por seus ensinamentos. Em virtude de cobrarem por ensinar, eles foram muito criticados por Sócrates, Platão e outros filósofos (CAVALCANTE, 2017).

Os sofistas apresentavam-se como intelectuais que tentavam persuadir, convencendo seu interlocutor em um debate, obtendo privilégios e riquezas. Julgavam-se mestres da virtude política ou excelência da gestão dos temas políticos, mas, ao contrário do discurso, defendiam ações individualistas, as quais estavam em desacordo com a própria ideia de virtude política (SPINELLI, 2014). Apesar de afirmarem que sabiam educar os adolescentes, formando, dessa forma, bons cidadãos, negavam a possibilidade de se empregar critérios seguros para a definição de boa cidadania (PASSOS, 2018).

Os sofistas e Sócrates foram mentores das primeiras reflexões filosóficas acerca das questões morais. Contudo, enquanto os sofistas apontavam a excelência humana como o sucesso político, Sócrates buscava critérios racionais que balizaram a verdadeira virtude da mera aparência de virtude. Para Sócrates, o domínio do

discurso não tem valor, somente por meio de perguntas críticas e da ironia é possível contribuir, de forma efetiva, com a sociedade (PASSOS, 2018).

Em sua doutrina chamada intelectualismo moral, Sócrates afirmava que quem conhece o verdadeiro bem não pode agir mal, assim, atribui a causa do agir mal à ignorância. Provém daí sua preocupação com a educação dos cidadãos, pois, segundo ele, um cidadão sábio será um bom cidadão (SILVA, 2014).

Em “As ideias de Platão”, há longas considerações sobre a maioria dos conceitos morais. Herdeiro das ideias socráticas, achava que a moral verdadeira deveria ser um conhecimento que comanda simultaneamente, a vida do sujeito e da comunidade. Ele advoga que o sujeito somente poderia atingir a felicidade inserido em uma sociedade bem estruturada, pois não se concebe a diferença do que é bom e justo para o cidadão, em relação ao que seria bom e justo para o alcance e manutenção da felicidade de todos os moradores da comunidade (TRABATTONI, 2012).

O Estado seria formado por três grupos sociais: governantes, guardiões e produtores (camponeses e artesãos). A justiça dependeria do equilíbrio entre esses três grupos e a harmonia entre eles (TRABATTONI, 2012).

Platão propõe um modelo de cidade feliz, um projeto utópico que serviria como referencial para aqueles que desejassem adequar-se aos costumes e às instituições na busca da melhoria da vida do sujeito, tanto individual quanto coletiva. Esse modelo imaginário seria a representação ampliada da alma humana, pois esta desempenha uma função determinante por ter a essência e a raiz da justiça (TRABATTONI, 2012).

Aristóteles foi um dos primeiros filósofos a produzir tratados sistemáticos de ética, entre eles o mais influente, “Ética a Nicômaco”, considerada uma das mais importantes obras da filosofia moral. Nessa obra Aristóteles questiona: qual seria o fim último de todas as atividades humanas? Para ele — não pode ser outro que a felicidade (*eudaimonia*) (ARISTÓTELES, 2016).

Para alcançar a verdadeira felicidade, Aristóteles propõe a vida teórica, ou seja, a contemplação e compreensão do conhecimento, guiadas pela razão, o que há de mais característico e elevado no sujeito. No entanto, Aristóteles reconhece que o ideal de uma vida contemplativa somente é possível para os deuses, pois o homem contemplativo tem a necessidade de satisfações externas, já que a natureza

humana precisa da saúde do corpo, do alimento e de outros cuidados (ARISTÓTELES, 2016).

Nesse sentido, Aristóteles (2016) propõe o exercício do entendimento prático como alternativa para atingir a felicidade, dominando as paixões por meio de uma relação satisfatória e amável. Na opinião do autor, isso somente é possível com a ajuda das virtudes, sendo a principal delas a prudência.

Importante ressaltar que, ao falar sobre o conceito de virtude moral, resultante da capacidade de controlar desejos, em relação à “justa medida”, Aristóteles assevera que a virtude é um hábito e pode ser obtida por treinamento e educação:

(...) os homens tornam-se bons e virtuosos devido a três fatores, e estes são a natureza, o hábito e a razão. Ora, a razão e a inteligência são os fins de nossa natureza. Por isso é necessário preparar-lhes a formação e o cultivo dos hábitos. Já se disse de que natureza devem ser os futuros cidadãos (...): o resto é obra da educação. Realmente toda arte e educação esforçam-se por completar o que falta à natureza. Ninguém porá em dúvida que ao legislador incumbe, sobretudo, o cuidado da educação (...) e como o fim de todo Estado é único, torna-se evidente que deve haver uma só e mesma educação para todos, e que o cuidado e a vigilância desta devem ser públicos e não privados (...). É claro, então, que compete às leis regular a educação e torná-la pública (ARISTÓTELES, 2016, p. 541).

Com os filósofos “pré-socráticos”, autores das primeiras e variadas teorias sistematizadas, o século V a. c. coincidiu com o declínio do Império Romano; e o começo cronológico da Idade Média com a assimilação de elementos da cultura grega por parte dos romanos (CORTINA; MARTINEZ, 2005).

Nesse sentido, a preocupação com a formação ética e com a preparação para a cidadania foram temas comuns em manuscritos de vários outros filósofos gregos, que tentaram entender sua importância, sua natureza específica, além da peculiaridade em relação a outras metas e formas de ensino (CARVALHO, 2002).

Nos diálogos de Platão, em que Sócrates questiona “a virtude pode ser ensinada?”, o filósofo aborda o que seria essa função e os seus limites. O interesse no ensino da conduta moral é defendido por Sócrates, cujo interesse aparece como um problema de importância geral dos gregos graças à democratização crescente de sua sociedade (CARVALHO, 2002).

As questões implícitas à pergunta formulada por Sócrates são “como fazê-lo e quem pode fazê-lo”. A virtude, como “saber”, não pode ser ensinada, mas pode ser lembrada, sendo, dessa forma, resultado da convivência humana. Portanto, não

há um especialista no ensino das virtudes (CARVALHO, 2002; CASTRO; SIQUEIRA-BATISTA, 2017).

2.5 História da ética: a ética medieval

A Idade Média foi tomada pelo cristianismo em toda a Europa Ocidental, norteando-se em uma ética vinculada à religião e dogmas cristãos. Dentre as concepções filosóficas que influenciaram bastante o conceito de ética medieval, destacam-se os conceitos de Agostinho Tagaste e Tomás de Aquino (RAMOS, 2012; MINATO, 2014).

A obra de Agostinho de Hipona apresenta a primeira grande contribuição para sintetizar conceitos e argumentos derivados dos filósofos greco-latinos e da herança judaico-cristã, cujas ideias presidirão a discussão filosófica e teológica por um longo período da Idade Média (MINATO, 2014).

Agostinho baseou a moral cristã em elementos filosóficos da filosofia clássica. Assim, a ética tinha por objetivo tornar os sujeitos pessoas felizes, e essa felicidade somente seria atingida num encontro do homem com Deus. Para ele, Deus é bom e largamente superior. E, sendo bondoso, criou o mundo, cujo lugar ele envolve e preenche (RODRIGUES *et al.*, 2019).

A ética agostiniana se sobressai pelo conceito do livre-arbítrio. Nas palavras do filósofo medieval, o livre arbítrio é a oportunidade de escolher entre o bem e o mal, ou seja, ele introduziu a ideia de que cada pessoa pode escolher, livremente, entre aproximar-se de Deus ou distanciar-se dele e o distanciamento de Deus refere-se ao mal (COTRIM; RODRIGUES, 2013).

Assim, o cristianismo mudou o conceito de ética, introduzindo a noção de que uma vida virtuosa somente podia ser alcançada pela vontade de Deus, desvinculando a felicidade da racionalização do mundo, operando uma releitura das opiniões de Platão e Aristóteles, pois, embora tal ponto de vista seja condizente com a concepção original de ética, norteada na busca do prazer na procura da felicidade, incorporou-se às práticas do ascetismo e do martírio (VALLS, 2017).

O ascetismo consistia em renunciar ao prazer e à satisfação de qualquer espécie, empregada a tudo que é terreno e material, enquanto o martírio implicava valorizar a dor em nome da fé — do grego *martys* = testemunha — resultando em ação segundo a vontade de Deus, mesmo quando contrário à razão, guiando-se

pelos dogmas estabelecidos pela igreja, independente do que a ética determina (VALLS, 2017).

Nessa conjuntura, o mundo sensível e inteligível, idealizado por Platão, foi reformulado, igualado à vida mundana, opondo-se ao paraíso celeste, com a verdade podendo ser contemplada, apenas, por meio da fé em Deus e a felicidade alcançada, unicamente, após a morte (RAMOS, 2012).

Tomás de Aquino também fez uma releitura do pensamento aristotélico, quando buscou conciliar a fé e a razão ao subordinar as ações do sujeito à natureza humana. Todavia, ele reiterou a subordinação da razão à fé no momento em que declarou que a essência humana estaria na essência divina, suscetível à bondade, corroborando com Aristóteles (RAMOS, 2012).

Assim, Tomás de Aquino apoia a essência da teoria agostiniana, mas fundamenta-se em questões abordadas por Aristóteles durante a Antiguidade Clássica. O filósofo caracteriza a ética balizada na razão proveniente de Deus. Assim:

(...) dava grande importância ao papel da razão no engendramento da ação moral. No seu dizer, razão e vontade enovelam-se na produção da prática ética, mas a razão tem certa prerrogativa sobre a vontade, porque, em síntese, ninguém pode desejar aquilo que não conhece. Dessa perspectiva, a razão apresenta uma meta à vontade, e essa, com a razão, faz exercitar-se a consciência, na ponderação das circunstâncias particulares da ação, produzindo a escolha (SAVIAN FILHO, 2008, p.180-181).

Nessa época, os medievais dos séculos XI-XIII produziram uma investigação ética, concluindo que, se a ação moral e o livre-arbítrio apoiam-se na escolha dos meios para se chegar a um fim, então o conjunto das ações é orientado com vistas a um fim desejado, ainda que não se tenha discernimento disso. Esse fim será a felicidade, que somente pode ser obtida pela união com Deus (SAVIAN FILHO, 2008).

Portanto, a ética medieval implicava um comportamento religioso e não ético, porque a conduta era orientada pelos mandamentos divinos, pela autoridade religiosa e abarcava um fator externo no que concerne à consciência moral das pessoas, ou seja, a voz interior que diz o que se deve fazer (VALLS, 2017).

2.6 História da ética: a ética moderna

A Idade Moderna foi marcada por duas tendências: a busca pela ética laica e racional e novas maneiras de síntese entre o pensamento ético — filosófico e a doutrina da Revelação (principalmente a cristã). Portanto, as discussões éticas estiveram centralizadas no embate entre racionalismo e empirismo (VALLS, 2017).

Nesse contexto, registraram-se contradições marcantes associadas com divergências ao estilo de era medieval e à marcante influência da religião na vida das pessoas. As discussões éticas ocorreram no período da formação e consolidação dos Estados Nacionais europeus, quando a ruptura entre o Estado e igreja se tornou definitiva, aceleração dos avanços científicos (RAMOS, 2012).

Assim, os princípios religiosos perderam força graças à tendência da ética se sobrepor à moral, retomando seu sentido original grego, em busca da felicidade coletiva, atrelado à política, compondo orientações para a realização plena do sujeito (RAMOS, 2012).

Ao separar o conhecimento da religião, entre a Idade Média e a Moderna, o Iluminismo inaugurou uma releitura da ética, introduzindo críticas que voltaram a centralizar o foco na razão, acreditando na autonomia humana e na crença otimista no progresso (RAMOS, 2012).

O Iluminismo, ou Ilustração, foi um movimento intelectual e filosófico que dominou o mundo das ideias na Europa durante o século XVIII e defendia o uso da razão. Nesse contexto, estabeleceu-se visão ética mais ampla, no contexto do conjunto da humanidade (FREITAG, 2005).

Também, no iluminismo, destaca-se a importância da educação moral nas obras de Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) e Immanuel Kant (1724-1804). A laicidade é a essência do pensamento da moralidade do Iluminismo, norteando suas máximas na possibilidade de construir uma sociedade ética e justa (FREITAG, 2005).

Rousseau discute a dialética entre a moralidade e a eticidade, entre a consciência moral do sujeito e sua objetivação num sistema de valores éticos integrados na estrutura do Estado e da sociedade. Assim, Rousseau sugere o contrato social que garanta a igualdade política e socioeconômica a todos os cidadãos, calcado na solidariedade e na cooperação entre as pessoas além de proteção aos mais fracos e desamparados (FREITAG, 2005).

Para Rousseau, a consciência moral e o sentimento do dever são inatos. O indivíduo nasce puro e bom, dotado de generosidade e de benevolência para com os outros. Se o dever parece ser uma imposição e uma obrigação externa, imposta por Deus aos humanos, é porque a bondade natural foi pervertida pela sociedade, quando esta criou a propriedade privada e os interesses privados, tornando o homem egoísta, mentiroso e destrutivo (CHAUÍ, 2019).

Opondo-se à Rousseau, Kant afirma que não há bondade nata. Ele advoga que o indivíduo é, por natureza, egoísta, ambicioso, destrutivo, agressivo e que os homens podem ser cruéis, ávidos de prazeres que nunca nos saciam. Por essa razão mata, mente e rouba. É por isso que precisa do dever para se tornar um ser moral (CHAUÍ, 2019).

A ênfase dada à ética contemporânea está presente nas obras de Immanuel Kant (1724-1804). A moralidade é marcada por uma justificativa laica da ação moral, buscando princípios.

Kant afirma que é inerente ao indivíduo a capacidade de diferenciar o certo do errado. Sendo assim, a moral humana independe da experiência, pois já nasce com ela e sendo anterior à experiência, ela vale para todas as pessoas, independentemente da situação social (CHAUÍ, 2019).

Kant assevera que a ética tenha validade universal e se fundamente apenas na igualdade fundamental entre as pessoas. Sua filosofia coloca o sujeito em primeiro lugar onde busca encontrar, no ser humano, as condições de possibilidade do conhecimento verdadeiro e do agir livre (VALLS, 2017).

Assim, no centro das questões éticas, aparece a obrigação moral ou o dever, pois o dever obriga, moralmente, a consciência moral livre, pois a vontade verdadeiramente boa deve agir sempre conforme o dever e por respeito ao dever (VALLS, 2017).

Ainda segundo Kant, se a moral é a racionalidade do sujeito, este deve agir de acordo com o dever e somente por respeito ao dever: porque é dever, o único motivo válido da ação moral. Legalidade e moralidade se tornam extremos opostos.

Kant dá destaques evidentes para a educação moral, com elementos que permeiam propostas atuais em educação em valores quando atesta que:

(...) o homem não pode se tornar um verdadeiro homem senão pela educação. Ele é aquilo que a educação dele faz. Note-se que ele só pode receber tal educação de outros homens, os quais a receberam igualmente de outros. Portanto, a falta de disciplina e de instrução em certos homens os torna mestres muito ruins de seus educandos (KANT, 2017, p. 15).

A educação tem caráter efetivamente formativo, em que a disciplina e a instrução devem estar presentes. Mas a falta de disciplina é um mal pior que a falta de cultura, pois esta pode ser corrigida mais tarde, ao passo que a disciplina não pode ser remediada futuramente (KANT, 2017).

Na educação proposta por Kant (2017), a pessoa deve ser educada para um estado melhor, possível no futuro e não para o mundo atual. Isto posto, o filósofo assevera que, na educação, o sujeito deve:

- a) ser disciplinado: buscar impedir que a animalidade prejudique o caráter humano, no indivíduo e na sociedade. Assim, a disciplina significa domar a brutalidade;
- b) ser culto: a cultura abrange instrução e vários conhecimentos;
- c) ser prudente: adquirir civilidade;
- d) cuidar da moralização: escolher os fins aprovados necessariamente por todos e os fins de cada um, ao mesmo tempo.

A moralidade tem um espaço privilegiado no processo educativo, segundo Kant, mas ele tem consciência de sua inacessibilidade atual quando assegura que “vivemos em uma época de disciplina de cultura e de civilização, mas ela ainda não é de verdadeira moralidade” (KANT, 2017, p. 28-29).

Ao tratar da finalidade da educação, o autor supracitado defende a ideia de cultura geral da índole, que afirma ser moral, na medida em que se fundamenta em princípios e não em disciplina. Nesse sentido, o discípulo deve agir com seus próprios preceitos para que não faça simplesmente o bem, mas o faça porque é bem em si. Sobre esse aspecto, o filósofo destaca a importância da escola ao afirmar que:

(...) a moralidade é algo tão santo e sublime que não se deve rebaixá-la, nem igualá-la à disciplina. O primeiro esforço na cultura moral é lançar os fundamentos da formação do caráter. O caráter consiste no hábito de agir segundo certas máximas. Estas são a princípio, as da escola, e, mais tarde, as da humanidade (KANT, 2017, p. 81).

A capacidade reflexiva ou o cultivo da razão acompanha as propostas pedagógicas de Kant, ou seja, o aprender a pensar tem implicações importantes principalmente para a educação moral (SOUZA, 2009).

Complementando o ponto de vista Kantiano, Friedrich Hegel institui a perspectiva homem-cultura e história, na qual a ética é determinada pelas relações sociais. Assim, a vontade subjetiva deve ser submetida à vontade social, das instituições da sociedade (CAMPOS, GREIK; VALE, 2002).

Dessa forma, interiorizam-se os valores culturais a ponto de praticá-los instintivamente. Quando isso não ocorre, os valores devem ser modificados, pois são incompatíveis com a realidade, podendo ocorrer crises internas entre os valores vigentes e a transgressão deles (CAMPOS, GREIK; VALE, 2002).

Na contemporaneidade, o conceito de ética se fundiu nas duas correntes de pensamento. Nesse contexto, o indivíduo tem responsabilidade frente as suas ações, tendo como desafio transformar o ter, o saber e o poder em recursos éticos para a solidariedade, contribuindo para a equidade entre as pessoas (SEVERINO,1992).

Na análise de Bauman (1997, p. 8) a abordagem da ética moderna consiste na rejeição de formas “tipicamente modernas” de lidar com os problemas morais, como regulamentos coercitivos, e não no “abandono de conceitos morais caracteristicamente modernos”. Para o autor, os temas éticos não estão ultrapassados, mas precisam apenas serem percebidos e tratados de forma atual.

2.7 Ética e educação

Os valores éticos estão na base das ações humanas. Assim, é indispensável sua importância para a práxis educativa. Maturana (2002) afirma que educar é um processo contínuo e recíproco.

O ensino tem papel de conscientização esclarecedor das tendências atuais, sem, portanto, fechar-se em si mesmo. Nessa direção, a educação possibilitaria a análise das mudanças de paradigmas por meio de novas situações vividas.

Os debates contemporâneos sobre a relação do conhecimento científico e as possibilidades técnicas de seu uso para manipulação da vida evidencia a preocupação ética do ser humano (GEORGEN, 2005). Contudo, nem sempre os

valores transmitidos pela sociedade são debatidos na escola abertamente, além de muitos professores não pautarem sua prática em uma ação mais reflexiva a respeito.

Nesse sentido, pesquisas demonstram fatores limitantes para os educadores promoverem uma discussão de valores bem-sucedida, a saber: falta de tempo, desconforto em se expor, medo em exhibir apenas suas opiniões, dificuldades em lidar com debates, entre outros (BRYCE; GRAY, 2004); formação dos licenciandos deficiente (SILVA; KRASILCHIK, 2013).

Nessa conjuntura, se faz necessário que todos os implicados na construção da escola se interessem e participem, de maneira coerente e efetiva, de uma educação que tencione a formação de pessoas bioéticas, visando à construção, vivência e manutenção de valores que promovam uma vida mais comprometida com a promoção do bem comum e do planeta (PAIXÃO JUNIOR, 2013).

Sobre as competências que a escola pretende inculcar nos estudantes, na contemporaneidade, Cortina e Martinez (2005) salientam as habilidades técnicas, as quais eles classificam como conhecimentos instrumentais para o sujeito resguardar-se no dia a dia, como a capacidade do educando se conectar e interagir com as pessoas ao seu redor, que, com a ajuda delas, tenha a possibilidade de prosperar sem muitos obstáculos. Entretanto, os autores pontuam que estas habilidades não bastam, visto que os cidadãos precisam fundamentar-se em valores, como a autonomia e a solidariedade, para as quais a habilidade instrumental é cega.

Nesse contexto, os autores acrescentam que, em relação ao processo educativo, a formação de pessoas visa, apenas, ao próprio bem-estar, uma educação ancorada no desenvolvimento de habilidades técnicas é o suficiente. Mas, se o que se pretende é a formação de indivíduos autônomos com desejo de realização pessoal, é fundamental uma educação moral (CORTINA; MARTINEZ, 2005).

Diante dessas breves reflexões, percebe-se que a educação é chamada a dialogar com a sociedade, sobre a possibilidade de se amenizarem os problemas contemporâneos, assim como direcionar os indivíduos para um mundo digno de se viver. Aproximar princípios éticos que objetivem a responsabilidade no âmbito educacional é poder construir uma reflexão adequada para a formação cidadã crítica, consciente e responsável.

2.8 Bioética

2.8.1 Contexto histórico

As transformações científicas, especialmente na área genética, têm profundas repercussões sociais e implicações éticas. A descoberta da estrutura da molécula do DNA, feita por Watson e Crick, em 1953, provocou vários desdobramentos, como o avanço da engenharia genética, por exemplo (SCHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2005; MAHEASWARI; KSHIRSAGAR; LAVANYA, 2016).

Embora o progresso produzido pela manipulação genética possa oferecer a redução do sofrimento humano com esperança de cura para diversas doenças, poderá, também, gerar inquietações e perplexidades frente às possibilidades de novas maneiras de discriminação (SILVA, 2008).

É nesse cenário que surge a necessidade de refletir e posicionar-se eticamente nas repercussões dos avanços científicos. Assim, a bioética compõe-se como novo lado da ética científica (SILVA, 2008).

Bioética é um neologismo construído com base nas palavras gregas *bios* (vida) + *ethos* (ética). O termo “bioética” surgiu, nas últimas décadas (meados do século passado), a partir dos grandes avanços tecnológicos na área de Biologia, bem como em relação aos problemas éticos derivados das descobertas e aplicações das Ciências Biológicas, que se referem à intervenção sobre a vida e a natureza (PESSINI; BARCHIFONTAINE, 2007).

O vocábulo bioética é usado desde o começo do século XX por alguns autores segundo a literatura existente (AZEVEDO, 2010). A bioética surgiu em um cenário em que o progresso científico aponta para a necessidade de avaliar as possíveis consequências desses avanços e suas aplicações, à luz de uma metodologia ou valores básicos. Nesse contexto, a bioética seria uma forma de salientar a ética considerando-se a ameaça da vida. Mas a necessidade de delimitar os mais variados âmbitos de dilemas acerca das questões relativas às ciências da saúde e às biotecnologias levou a destinar a expressão bioética (CORTINA; MARTINEZ, 2005).

Inicialmente, o termo bioética foi usado no campo da saúde, em que era incumbido aos bioeticistas aumentar o grau de investigação e habilidade profissional na verificação de problemas éticos e sociais advindos dos novos estudos, bem como

colaborar com universidades de Medicina na construção de programas de ética e processos educacionais (PESSINI, BARCHIFONTAINE, 2007).

Posteriormente, o debate bioético se difundiu para outras esferas como para os desafios ambientais, com uma visão integradora do ser humano com a natureza, com uma perspectiva ecológica, na reflexão ética (POTTER, 1988).

O primeiro documento conhecido é de Fritz Jahr, que, em 1927, publicou um artigo na revista alemã *Kosmos*, em que apresentava a bioética como a emergência de obrigações éticas não apenas com o homem, mas com todos os seres vivos. Seguindo a linha do pensamento filosófico de Kant, todo ser vivo deve ser respeitado como um fim em si mesmo e este deve ser tratado, na medida do possível, como tal. Coadunando com o referido autor, Albert Schweitzer, influenciador de Jahr, Leopold e Potter, refere-se à necessidade de repensar a ética, o que caracteriza a atual ciência bioética (CARVALHO; PESSINI; CAMPOS JR, 2006). Ele afirma que:

(...) uma ética que nos obrigue apenas a preocupar-nos com os homens e a sociedade não pode ter este significado. Somente aquela que é universal e nos obriga a cuidar de todos os seres nos põe de verdade em contacto com o Universo e a vontade nele manifestada (GOLDIM; FERNANDES, 2011, p. 505).

Ainda na linha dos precursores, há um terceiro autor relevante para essa discussão, o professor Aldo Leopold, especialmente pela contribuição da sua obra *Ética da Terra*, editada em 1949. Ele amplia a definição de Jahr e revela que “a ética da terra amplia as fronteiras da comunidade para incluir também o solo, a água, as plantas e os animais” (LEOPOLD, 1949, p. 190 *apud* FERREIRO, 2009). Além disso, para ele, o problema com que se defronta é a extensão da consciência social das pessoas para com a Terra, donde pode-se extrair um apelo ao respeito pelas gerações presentes e futuras, por meio do respeito por todos os seres vivos e pela conservação da natureza (LEOPOLD, 1949 *apud* FERREIRO, 2009).

2.8.2 Marco conceitual

O termo “bioética” foi cunhado e ganhou mais relevância, em 1970, pelo biólogo e oncologista Van Ressenlaer Potter, depois da edição do livro *Bioética: ponte para o futuro* (*Bioethics: bridge to the future*), em que chamou a atenção para

a necessidade de uma nova sabedoria, cuja ciência combinasse conhecimentos dos organismos vivos com os sistemas de valores para garantir a sobrevivência humana em um planeta que é, cada vez mais, ameaçado. Nesse sentido, o autor afirma que:

(...) este conceito de sabedoria como um guia para a ação — o conhecimento de como usar conhecimento para o bem social — poderia ser chamado “a ciência da sobrevivência”, certamente o pré-requisito para melhoria na qualidade de vida. (...) A ciência da sobrevivência deve ser mais do que uma ciência sozinha, e então eu proponho o termo bioética para enfatizar os dois mais importantes ingredientes para alcançar a nova sabedoria que é tão desesperadamente necessária: conhecimento biológico e valores humanos. (POTTER, 1970, p.127- 8).

Portanto, bioética era compreendida por esse autor como uma ética que envolvia questões médicas e ecológicas, ou seja, para a espécie humana conseguir sobreviver, deveria preservar o ecossistema. Sustentava, ainda, que esses dois aspectos devem se conectar no que tange a matérias de saúde, de controle da natalidade, bem como a interpretação da demografia crescente.

Nesse ínterim, o termo “bioética”, inicialmente postulado por Potter, foi modificado por outros autores com enfoque basicamente biomédico voltado essencialmente aos dilemas e conflitos nos vínculos entre profissionais de saúde para com seus pacientes ou entre empresas de pesquisa e as pessoas (GARRAFA, 2006). Enquanto Potter considerava a bioética não somente relacionada às questões biomédicas, mas como um elo de uma ética que se relacionava aos acontecimentos da vida no seu sentido mais amplo, abrangendo os temas ambientais, voltados à sustentabilidade do mundo, denominada “bioética global” (GARRAFA, 2006).

André Hellegers, médico obstetra, também faz parte da origem da bioética. Ele propôs o termo em um sentido e uso mais direcionado para a medicina e criou o Instituto Universitário de Bioética, *Joseph and Rose Kennedy Institute for the Study of Human Reproduction and Bioethics*, atualmente conhecido como Instituto Kennedy de Ética (AZEVEDO, 2010).

Nesse contexto, Hellegers foi o primeiro a usar o termo num cenário institucional para intitular a área da pesquisa ou setor de aprendizagem biomédica, consagrando-se nos grupos acadêmicos e no entendimento do público (AZEVEDO, 2010; PESSINI; BARCHIFONTAINE, 2007; NEVES; LIMA 2005).

Assim, o lançamento da Bioética como ciência assenta-se em duas perspectivas: uma voltada para a parte clínica, usada em sentido restrito, com

aplicações da Biologia e da Medicina à vida humana, em virtude da crescente repercussão dos avanços tecnológicos no âmbito da saúde, na visão de André Hellegers (AZEVEDO, 2010); outra, no entendimento de Van Potter, com uma visão mais ampla conectando as ciências humanas às biológicas, com o intuito dos desafios éticos provenientes do rápido desenvolvimento tecnológico, cujas soluções já não podiam limitar-se aos códigos morais tradicionais (POTTER, 1970).

Apesar de Potter ter enfatizado a necessidade de atuação no campo ambiental, defendendo a bioética como a ciência da sobrevivência (POTTER, 1988), o cenário econômico, político e científico da época limitou o tema às questões relacionadas às esferas médicas e biotecnológicas.

Em contrapartida, as benesses das biotecnologias apresentavam, numa perspectiva individualista, a prestação do cuidado com a saúde a esperança de transformar o sonho em realidade. Somado a isso, o cenário sóciopolítico, cuja realidade era marcada pelas lutas por direitos iguais, dignidade das pessoas e respeito à autonomia, auxiliou a difusão da bioética (NEVES; LIMA, 2005).

Portanto, a despeito das oposições, a expressão “bioética” difundiu-se rapidamente pela comunidade científica, desencadeando debates. E, embora estudos recentes contradizerem que Potter foi o autor do termo “bioética”, ele, ainda, é tido com uma referência histórica, devido às descrições acerca das bases da bioética (DINIZ; GUILHEM, 2012).

Ainda que a ética médica seja uma das linhas fundamentais da Bioética e o assunto geral da Bioética refira-se à preocupação com a sobrevivência da raça humana, ela deve abranger a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas (NUNES, 2001). Essa opinião coaduna com o pensamento de Hottois, que afirma “[...] a maior parte das questões da bioética ultrapassa largamente, em profundidade e em vastidão, os limites de uma profissão por mais prestigiada que seja” (HOTTOIS, 1998, p.64).

Portanto, as discussões e reflexões da bioética não se limitam aos grandes dilemas e conflitos éticos atuais restritos às ciências da saúde, como o projeto genoma humano, o aborto, a eutanásia ou os transgênicos, mas incluem, também, os campos da tecnologia e vida, de forma ampla, transdisciplinar e global.

2.8.3 Princípios bioéticos

No campo da ética médica, o debate acerca dos acontecimentos ocorridos na primeira metade do século XX, entre eles as experiências com seres humanos, ocorridas ao longo da Segunda Guerra Mundial, convergiu para a elaboração do Código de Nuremberg, em 1947, cujo documento acarretava uma “conscientização sobre os perigos dos progressos da ciência desejados a qualquer custo e sobre a necessidade de um certo enquadramento” (DURAND, 2003, p.40). Bernard alerta que:

(...) convém lembrar que as experiências escandalosas dos médicos hitlerianos, utilizando como animais de laboratórios mulheres, homens, crianças deportadas e prisioneiros, não permitiram um único progresso científico válido. Foram, ao mesmo tempo, bárbaras e absurdas. (BERNARD, 1990, p. 23).

Silva (2002), ao analisar o surgimento histórico da bioética, aponta que o Código de Nuremberg foi o primeiro a elaborar normas éticas acerca das práticas científicas, como pode se verificar a seguir:

(...) consentimento livre do sujeito de pesquisa, redução de riscos e incômodos, possibilidade de o sujeito revogar a qualquer momento sua adesão ao experimento, proporcionalidade de riscos e benefícios, obrigatoriedade de uma fase anterior em que as experiências sejam feitas com animais, entre outros. (SILVA, 2002, p. 40).

De acordo com Garrafa (2006, p.130), “a bioética foi criada, pelo menos, inicialmente, para defender os indivíduos mais frágeis nas relações entre profissionais de saúde e seus pacientes ou entre empresas/institutos de pesquisa e os cidadãos”. A bioética “estendeu-se, como formulação normativa, da pesquisa terapêutica comum, instituindo-se assim o que se entende hoje como princípios fundamentais da bioética, considerada na sua significação ampla de ética da vida” (SILVA, 2002, p. 40).

Nesse sentido, a bioética é alicerçada em princípios basilares, os quais tem como objetivo guiar as ações e reflexões sobre o efeito e impactos do avanço científico, tecnológico e biomédico, bem como do conhecimento, sobre a vida das pessoas, de outros seres vivos e dos ambientes.

2.8.3.1 Corrente principialista

Como resposta a inúmeras acusações e escândalos envolvendo a pesquisa científica com seres humanos, criou-se o Relatório Belmont, cujo documento é considerado uma referência histórica e normativa para a bioética, fruto do trabalho de quatro anos da “Comissão Nacional para a Proteção de Sujeitos Humanos na Pesquisa Biomédica e Comportamental” implantada pelo governo e congresso estadunidenses (SILVA, 2008; DINIZ; GUILHEM, 2012).

A comissão supracitada teve como proposta conectar três princípios éticos: princípio da beneficência, da justiça e do respeito pelas pessoas. Tais princípios foram selecionados à luz do pensamento ocidental, propiciando as bases conceituais para a elaboração, a análise e a interpretação de desafios e dilemas morais abrangendo a pesquisa científica (DINIZ; GUILHEM, 2012).

Os princípios definidos pelo Relatório de Belmont somente alcançariam maior difusão e reconhecimento a partir da publicação, em 1979, da obra *Principles of Biomedical Ethics*, da autoria de Tom L. Beauchamp (que tinha sido membro ativo da Comissão que compôs e redigiu o Relatório de Belmont) e de James F. Childress (teólogo e filósofo). Nessa obra, os autores pretenderam abordar uma recente e inovadora teoria que permitiria justificar a manifestação de uma nova ética médica, especificamente centrada na Biomedicina, ao considerar que a tradicional, a ética médica, era insuficiente e incapaz de dar uma resposta convincente, eficaz e inequívoca aos problemas surgidos e provocados pelas novas metodologias, técnicas e conhecimentos científicos. Para tal, formularam um modelo teórico baseado em princípios imperativos, ainda que não absolutos (DINIZ; GUILHEM, 2012).

Portanto, desde a divulgação do Relatório Belmont iniciou-se a legitimação definitiva da bioética como uma nova área disciplinar (DINIZ; GUILHEM, 2012).

Cabe ressaltar que o Relatório Belmont não distingue beneficência de não maleficência, isso foi feito com a proposta de Beauchamp e Childress. Eles reformularam os três princípios e acrescentaram a não maleficência, cuja ideia sistematizou princípios básicos visando ao norteamento das decisões e solução de conflitos no âmbito da Biomedicina (DINIZ; GUILHEM, 2012). A referida proposta advogava que os dilemas morais poderiam ser referenciados em certas ferramentas morais ou princípios éticos (DINIZ; GUILHEM, 2012).

A partir da obra de Beauchamp e Childress (2002), podem-se reconhecer quatro grandes princípios de ética médica:

- a) Princípio da Autonomia: definido como princípio de respeito pela pessoa, segundo o qual se confere aos pacientes uma maior participação no processo decisório ao considerá-lo como um sujeito “autônomo” e totalmente capacitado para decidir sobre a sua pessoa, sobre a sua vida e sobre o seu futuro. Com o objetivo de garantir essa participação no processo decisório, os autores reclamam e exigem a imperatividade da obtenção do consentimento informado de todas aquelas pessoas que se submeterão à investigação ou ensaio clínico;
- b) Princípio de Beneficência: por meio do qual se impõe a obrigação de obter as maiores vantagens para os pacientes, ou seja, que toda a atuação médica esteja dirigida e orientada a proporcionar aos sujeitos todos os possíveis benefícios alcançados pela intervenção e investigação biomédica;
- c) Princípio de Não Maleficência: princípio que impõe a obrigação geral de não causar dano a nenhuma pessoa e que, a partir de uma perspectiva ética-médica, proíbe qualquer tipo de conduta que ofenda ou vá contra os interesses dos pacientes, provocando-lhes determinado tipo de dano com essa ação;
- d) Princípio de Justiça: adverte para a necessidade (obrigatória) de que todos os pacientes recebam um tratamento justo e de acordo com o caso concreto ou, por outras palavras, um tratamento equitativo de todos os pacientes (GARCÍA, 2013, p. 69).

Esses princípios, que formam a Corrente Principlista, foram entendidos mais como um conjunto de diretrizes a serem seguidos do que como eixos para respaldar as discussões de cunho bioético.

Várias críticas são atribuídas à adaptação da Corrente Principlista como a aplicação mecânica e automática (GARRAFA, 2005). A restrição da palavra bioética à esfera biomédica, a competição entre os princípios, o desafio de adequação dos princípios para o cotidiano e culturas diferentes da norte-americana, a automatização para aplicação dos princípios são umas das críticas à adequação da Corrente Principlista às outras culturas (GARRAFA, 2005).

Outros princípios são descritos pelo Relatório Belmont, no âmbito da bioética, recebendo igual relevância. Destaca-se o Princípio da Alteridade, que é utilizado

como critério fundamental para a reflexão bioética. No decorrer da história, o termo alteridade recebeu diversos sentidos, a saber: “colocar-se no lugar do outro”, “atitude para como o outro”, “o ser outro”. Dessa forma, o “outro” é o referencial para compreender se age bem ou mal bioeticamente (CORREIA, 1993).

A Corrente Principlista colabora a compreensão da bioética como um conjunto de normas para serem cumpridas em detrimento de uma discussão para suscitar reflexões sobre o futuro da humanidade e do planeta, das relações entre os indivíduos e destes com os demais seres vivos (SIEBERT, 2015).

Embora relevantes para nortear a conduta profissional, essas normas, sozinhas, não estimulam análise crítica no que tange aos problemas bioéticos. É necessário que os profissionais da área biológica, assim como a sociedade em geral, participem dos recentes e futuros debates de cunho bioético, opinando, de maneira crítica e política, possibilitando o desenvolvimento de habilidades que os permitam associar os conhecimentos na área científica com os problemas sociais da atualidade e futuros.

Os questionamentos à Corrente Principlista não se limitaram a modificá-la e corrigi-la, mas permitiram que novos modelos fossem propostos. Nesse cenário, diversos autores apresentaram outros modelos, cujas proposições são elencadas em seguida.

2.8.3.2 Corrente libertária

A Corrente Libertária tem como eixo central a autonomia do sujeito e está ancorada nas ideias de Tristram Engelhardt, em relação à obra *The foundation of bioethics*, de 1986. A proposta defendida pela Corrente Libertária está associada à tradição político-filosófica do liberalismo norte-americano, que preconiza a defesa dos direitos e da propriedade dos indivíduos, sendo o corpo, inclusive, considerado uma propriedade individual.

Nessa perspectiva, justificam-se ações como a comercialização de órgãos e tecidos, bem como a firmação de contratos, ainda em vida, sobre o uso do corpo depois da morte da pessoa (ENGELHARDT, 2008).

2.8.3.3 Corrente das virtudes

Reagindo à perspectiva individualista dos modelos precedentes, a Corrente das Virtudes foi defendida por Edmund Pellegrino e David Thomasma, na obra *For the patient's good: the restoration of beneficence in health care*. Esse modelo embasa-se na tradição grega aristotélica da ética das virtudes e enfatiza o agente, em especial os profissionais da saúde, integrando o paciente ao processo de tomada de decisões (PELLEGRINO; THOMASMA, 1993).

A virtude é uma disposição aperfeiçoada pelo hábito da ação pela educação e prática dos profissionais da saúde, tendo em vista a prática do bem (PELLEGRINO; THOMASMA, 1993). No entanto, críticos ao modelo apontam a dificuldade em motivar os profissionais para o valor da virtude (NEVES, 1996).

2.8.3.4 Paradigma casuístico

O Paradigma Casuístico, proposto por Albert Jonsen e Stephen Toulmin, na obra *The abuse of casuistry: a history of moral reasoning*, preconiza a análise de caso por caso, analógica e comparativamente.

Assim, cada caso deve ser analisado nas suas características individuais, estabelecendo-se comparações e analogias com outros casos. Tal proposta assemelha-se ao raciocínio usado em sentenças judiciais com base em jurisprudência (JONSEN; TOULMIN, 1989).

Esse modelo permitiu que situações, antes discutidas apenas teoricamente, pudessem ser apoiadas em casos reais. Todavia, críticos a esse modelo indicam a dificuldade de se adaptar os casos individuais à diversidade cultural.

2.8.3.5 Paradigma do cuidado

O Paradigma do Cuidado é defendido por Carol Gilligan, com a obra *In a Different Voice: Psychological Theory and Women's Development* (1982), também por Nel Noddings com o trabalho *Caring: A Feminine Approach to Ethics and Moral Education* e por Annette Baier, com o estudo intitulado *The Need for more than justice*. Esse modelo contrasta com o valor do “cuidado”, termo geralmente ligado às mulheres, sugerindo o cuidado como valor fundamental para o desenvolvimento moral (GILLIGAN, 2011). Dessa maneira, “a vida ética inclui o cuidado com os

relacionamentos pessoais e um interesse benevolente com as pessoas em geral” (NODDINGS, 2009, p. 171).

Beuchamp e Childress (2002) criticam essa proposta, argumentando que não há propostas teóricas consistentes para ser considerado um novo modelo explicativo e afirmam que o Paradigma do Cuidado fornece apenas algumas contribuições novas. Apesar disso, o personalismo observado nesse modelo é apontado como uma forma de superar o tecnicismo no âmbito da medicina (SIEBERT, 2015). A feminista Susan Sherwin, em 1992, também pontuou que essa proposta reforça o papel histórico de reverência feminina, em sua obra denominada *No longer patient: feminist ethics and health care*.

2.8.3.6 Paradigma contemporâneo do Direito Natural

O Paradigma Contemporâneo do Direito Natural é uma proposta de abordagem que preconiza a existência de direitos fundamentais das pessoas, a saber: o conhecimento, a vida estética, a vida estética e lúdica, a racionalidade prática, a religiosidade e a amizade. Possui como referencial o filósofo australiano John Finnis, com o trabalho *Natural Law and Natural Rights*.

É uma proposta que visa à inserção da pessoa na sociedade, considerando-se a busca do homem em sua integralidade (FINNIS, 2011).

Similar à Perspectiva do Cuidado, críticos a essa corrente afirmam que ela não revela propostas teóricas consistentes que permitam considerá-la como um modelo explicativo. Igualmente, não há clareza sobre a seleção de alguns direitos em prol de outros (SIEBERT, 2015).

2.8.3.7 Paradigma contratualista

O Paradigma Contratualista considera a complexidade de relações na sociedade e preconiza um triplo contrato: entre médico e paciente, entre médico e sociedade e entre médico e princípios orientadores da relação médico-paciente. Proposto por Robert Veatch, no trabalho *A theory of medical ethics*, esse modelo preconiza a beneficência, a proibição de matar, o compromisso com a verdade e com as promessas (VEATCH, 1997).

O processo ocorre com efetiva troca de informações e a tomada de decisão, tendo como base o compromisso estabelecido entre as partes envolvidas. Esse modelo é criticado por alguns autores por não mostrar pressupostos teóricos sólidos que o permitam classificar como um novo modelo, mas como um conjunto de regras morais a serem adotadas (SIEBERT, 2015).

2.8.3.8 Paradigma personalista

O Paradigma Personalista é proposto por Emmanuel Mounier, Martin Buber, Maurice Nédoncelle e Jean Lacroix. Ele fundamenta-se na corrente ética personalista apresentando a dignidade universal da pessoa como valor supremo, inserindo a pessoa no centro das ações e decisões. Por ter a pessoa como centro, o modelo personalista busca, na fundamentação antropológica, um desenvolvimento harmonioso entre reflexão e prática. A pessoa torna-se o fundamento metafísico da ordem ética e a antropologia, o fundamento da Bioética (NEVES, 1996).

A Corrente Personalista é um modelo europeu e encontra-se enraizada na filosofia europeia contemporânea (NEVES, 1996), com uma contribuição importante no que se refere ao emprego da empatia nas tomadas de decisões. Entretanto, esse modelo também é criticado quanto à falta de fundamentações teóricas consistentes para ser considerado de fato um modelo explicativo (SIEBERT, 2015)².

² Mais detalhes sobre o processo histórico do surgimento da bioética e os vários fatores que moldaram a sua evolução podem ser encontrados nos trabalhos de Beauchamp; Childress (2002), Patrão Neves (2009); Siebert (2015).

2.8.3.9 Bioética global

No final da década de 1980, a expressão “bioética global” foi proposta por Van Potter, onde ele enfatizou a característica abrangente e interdisciplinar da bioética, vinculando as reflexões das questões médicas aos novos desafios ambientais para a preservação da sobrevivência humana (PESSINI; BARCHIFONTAINE, 2007).

Potter apoiou-se nas ideias de Aldo Leopold, que cunhou o conceito de “ética da terra” na década de 1930 e inseriu, além de animais e plantas, o solo e outros recursos naturais como objeto de reflexão ética (GOLDIM, 2006). De acordo com Aldo Leopold, o primeiro estágio da ética tem a ver com as relações entre os sujeitos; no segundo estágio, remete-se às relações entre os sujeitos e a sociedade e no terceiro estágio, ela engloba as relações dos seres humanos com o meio ambiente, ou seja, terra, plantas e animais (PESSINI, 2018).

Nesse contexto, Potter acreditava que o advento da bioética global é um desenvolvimento do terceiro estágio na perspectiva de Aldo Leopold (TEN HAVE, 2014). Uma visão ética articulada com os desafios e aspectos médicos relacionados a questões ambientais, culturais e sociais, com abrangência global (PESSINI, 2018).

Os pensamentos de Potter com aspecto global só foram resgatados a partir de 2005, com a divulgação da Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos (DUBDH) pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco). Antes desse período, a partir da década de 80, havia uma visão restrita da bioética à área médica, que começou nos Estados Unidos da América (EUA) e espalhou-se para os outros países (CUNHA; LORENZO, 2014).

Na perspectiva de Potter, a bioética é baseada na sobrevivência dos seres humanos, em uma sociedade sustentável, ancorados em um sistema ético para o desenvolvimento e a manutenção da vida. Tal sistema é a bioética global, fundamentada na reflexão do conhecimento empírico das ciências, em especial o conhecimento biológico. Essa estrutura ética é chamada por Potter, metaforicamente, de ponte como símbolo de conexão e vínculo entre a ética médica e a ética ambiental (POTTER, 2018).

Zanella, Sganzerla e Pessini (2019), afirmam que, atualmente, a humanidade vive momentos críticos na construção de pontes para a convivência estável e

solidária. Os autores alegam ainda que, em época de globalização excludente, surgem muros de separação para as pessoas mais pobres do mundo.

Assim sendo, a bioética é a balizadora ética da ciência e sem tal balizadora, a ciência pode sair do controle e tornar-se arriscada. A bioética global, portanto, visa ser um tipo de ciência da sobrevivência e a preservação da humanidade (ZANELLA; SGANZERLA; PESSINI, 2019).

2.8.3.10 Paradigma utilitarista

O utilitarismo é uma doutrina ética normativa, na qual uma atitude é moralmente útil se for correta — por isso seu nome — e reprovável se promover o infortúnio, considerando o bem-estar da pessoa que promove a ação, bem como de todos os atingidos por ela. Tal visão se opõe ao individualismo e a qualquer teoria ética que julgue atitudes nas quais a pessoa busque seus próprios interesses, em detrimento ou não de outra (COSTA, 2002).

O paradigma utilitarista baseia-se em atitudes práticas, as quais são balizas em ações éticas de acordo com suas consequências, ou seja, se o desfecho de uma ação beneficiar a maior quantidade de pessoas, ela será moralmente correta e moralmente incorreta se as consequências não forem positivas para a maioria, mas com os menores prejuízos possíveis (NEVES, 2010).

O princípio da utilidade foi proposto primeiramente pelos filósofos Jeremy Bentham e John Stuart Mill, do século XVIII ao século XIX. Para Bentham a felicidade é o bem maior do ser humano e é alcançada quando se potencializa o prazer sobre a dor. O filósofo explica que o princípio da utilidade é aquele que aceita ou não a atitude de uma pessoa ou determinações governamentais, com propensão a aumentar ou diminuir o prazer da pessoa de acordo com o seu interesse (BENTHAM, 1979 *apud* Neves, 2010).

John Stuart Mill aperfeiçoou a teoria de Bentham, quando acrescentou ao princípio utilitarista a ideia de qualidade. Para Mill, as ações devem ajudar o maior número de pessoas possível com o menor sofrimento, quando for necessário (DIAS, 2011). Assim, a qualidade da felicidade é relevante e decisiva na promoção da mesma para o maior número de pessoas, cuja quantidade do prazer é irrelevante (NEVES, 2010).

Uma peculiaridade importante do utilitarismo é o racionalismo. Bentham sugeriu um cálculo utilitário para mensurar a diferença entre o prazer e a dor, ou seja, permite calcular as consequências de uma ação e avaliar sua implicação sobre a felicidade das pessoas. Nesse sentido, o cálculo utilitário abrange o balanço do prazer e da dor para cada pessoa envolvida no processo, fazendo uma avaliação final (COSTA, 2002; NEVES, 2010).

Para os críticos ao utilitarismo, este tem limitações a sua aplicabilidade, como tornar o indivíduo impessoal a ponto de ser insensível aos valores de cada pessoa. Nessa circunstância, tudo seria liberado, desde que proporcionasse felicidade para o maior número de pessoas possível (NEVES, 2010).

Outra crítica ao paradigma utilitarista seria que, em determinadas situações não há tempo para se calcular a abrangência da felicidade geral antes de agir. Portanto, em condições de pressão, cuja pessoa tem que tomar decisões rápidas, que alcance muitas pessoas, o utilitarismo seria impossível (NEVES, 2010).

Na contemporaneidade, a teoria utilitarista é aplicada no domínio da saúde, onde a coletividade predomina sobre a individualidade, portanto é preciso que se reflita, que se argumente e apresente justificativas coerentes na tomada de decisões, em situações de risco.

2.9 Bioética e genética

Os resultados dos avanços da genética, especialmente a partir do começo da década de 90, passaram a fazer parte do cotidiano das pessoas, quer seja por meio da mídia, quer seja pelo conjunto de iniciativas acadêmicas e de pesquisa para a difusão das informações e incentivo ao debate, cujas ações contribuem para o aprimoramento das políticas públicas voltadas para esse tema no país (ZATZ, 2016).

Esses resultados começaram a ser percebidos consideravelmente, em especial com o começo do Projeto Genoma Humano, realizado entre 1990 e 2000 (NATURE, 2010), cujo estudo permitiu a ampliação das descobertas no âmbito da Medicina Genética, principalmente as relacionadas ao adoecimento, proporcionando informações voltadas para a prevenção de doenças (OSSEGE, 2018).

Nesse cenário, o progresso biotecnológico provoca debates e inquieta diversos setores da sociedade. Os impactos dessas descobertas não se restringem à sociedade, mas alcançam os veículos de comunicação, a escola e,

consequentemente, o ensino de Ciências e Biologia, cuja área sofre alterações e ganha novas questões para serem discutidas (BONZANINI, 2011).

No contexto das disciplinas de Ciências e Biologia, no que se refere à área de Genética molecular, essa expansão do conhecimento científico gerou desafio constante e imensa responsabilidade, pois a compreensão de determinados conteúdos é indispensável para o entendimento do mundo contemporâneo, considerando-se as alterações no contexto escolar e nas relações humanas provocadas pelas novas informações produzidas por essas descobertas.

Em consonância com as ideias do parágrafo anterior, Krasilchik (2016) destaca que o debate de novos temas exigirá do professor relação próxima com a comunidade, de modo que possam ser considerados assuntos importantes que não alienem estudantes, mas que haja benefício para a melhoria da qualidade de vida destes.

2.10 Bioética e ensino

Considerando-se a importância e os diferentes aspectos envolvidos a respeito das questões bioéticas, as instituições de ensino não podem omitir-se dessas discussões. Atualmente, há informações científicas disponíveis na Internet, em publicações de livros, em revistas, em jornais, na televisão, no rádio, entre outros. O fácil acesso a elas, no entanto, não garante o conhecimento ao público, uma vez que há divulgações contraditórias e equivocadas, que exigem discernimento para a sua interpretação.

Assim, a escola, como uma integrante ativa da sociedade, assume papel fundamental para a formação de um indivíduo com acesso às diversas formas de produção do conhecimento, de como convertê-los em tecnologia e de quais são as repercussões que eles geram para a sociedade e para o meio ambiente (ARAÚJO; CALUZI; CALDEIRA, 2006).

Embora a bioética não esteja explicitada nos documentos oficiais como área do conhecimento, sua característica interdisciplinar e abordagem reflexiva crítica levam a crer que possa contribuir para o exercício de disciplinas transversais relacionadas a direitos humanos e formação cidadã (HOSSNE, 2001).

No Brasil, a experiência educacional em bioética volta-se, sobretudo, ao ensino superior nos níveis de graduação e pós-graduação. Cursos como Medicina

(SIQUEIRA, 2002; SILVA; RIBEIRO; 2009), Biomedicina (STRANSKY; 2014), Enfermagem (PESSALACIA *et al.*, 2011), Ciências Biológicas (LIMA, 2010; ARAÚJO *et al.*, 2010), Engenharia Clínica e diversos outros cursos de formação de professores (DÓRIA; MOREIRA, 2012; SILVA; KRASILCHIK, 2013; MONTENEGRO *et al.*, 2014) incluem a bioética em seus currículos com o intuito de, além da habilitação técnica, estimular condutas humanitárias diante de dilemas contemporâneos relacionados ao desempenho laboral cívico dos estudantes (SILVA; RIBEIRO; 2009; MONTENEGRO *et al.*, 2014). Como o ensino da bioética não pode restringir-se a um modelo didático padrão, em decorrência, inclusive, da interdisciplinaridade, são propostas diversas metodologias, voltadas aos processos ativos de aprendizagem. Destacam-se, dentre essas abordagens pedagógicas, a exposição de situações-problema (SILVA; RIBEIRO; 2009; CEZAR *et al.*, 2010; MONTENEGRO *et al.*, 2014), fórum na internet (BERNINI, 2010; JUNQUEIRA *et al.*, 2012), utilização de filmes (STRANSKY; 2014), produção de *blogs* (FISCHER, 2013), oficinas alternativas de produção (MONTENEGRO *et al.*, 2014), entre outras.

No ensino básico, autores como Dumaresq, Priel e Rosito (2009) discutiram sobre como inserir as questões bioéticas, destacando a necessidade de incentivo institucional, atualização e capacitação constante de professores, e promoção de ações inter e transdisciplinares que envolvam toda a escola (DUMARESQ; PRIEL; ROSITO, 2009). Essas habilidades seriam especialmente adequadas a contribuir para uma educação comprometida com justiça social, em acordo com os pressupostos de Paulo Freire (FREIRE, 2018).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para fundamentar a discussão dos resultados encontrados, e, em consonância com os objetivos propostos nesta Tese, alguns referenciais teóricos foram elencados. Libâneo (2005) afirma que tanto professores quanto pesquisadores, que atuam na área científica, precisam entender que:

(...) nenhum investigador e nenhum educador prático poderá, pois, evadir-se da pedagogia, pois o que fazemos quando intentamos educar pessoas é efetivar práticas pedagógicas que irão constituir sujeitos e identidades. Por sua vez, sujeitos e identidades se constituem enquanto portadores das dimensões física, cognitiva, afetiva, social, ética, estética, situados em contextos socioculturais, históricos e institucionais (LIBÂNEO, 2005, p. 16).

Conseqüentemente, embora a pedagogia busque entender como os contextos supracitados contribuem (ou não) para que os alunos aprendam, é inquestionável que a escola enfrenta conflitos, dentre os quais, a falsa inclusão social. O autor discorre que os docentes e os cientistas, que atuam na área de ensino, precisam compreender que a escola existe para educar pessoas preparadas para sobreviver na coletividade e, para tanto, necessitam da ciência, da cultura e da arte. O autor acrescenta que os aprendizes precisam desenvolver competências cognitivas para se “apropriar criticamente dos benefícios da ciência e da tecnologia em favor do seu trabalho, da sua vida cotidiana, do seu crescimento pessoal” (LIBÂNEO, 2005, p.17).

Como referencial teórico da pesquisa, foram adotadas as leituras de Paulo Freire, que apresenta a Teoria da Ação Dialógica (2017) e Jürgen Habermas (2016), com a Teoria da Ação Comunicativa, considerada por Libâneo (2005) como uma das Correntes Sociocríticas que concebe a educação como compreensão da realidade para transformá-la por meio de novas relações sociais que superem as desigualdades econômicas e sociais. Tal superação tem potencial para contribuir para a formação de alunos mais críticos no que concerne ao ensino de Genética dentro de um contexto histórico, social e ético.

3.1 Paulo Freire e a pedagogia dialógica

Paulo Freire nasceu no Recife, Pernambuco, em 19 de setembro de 1921, e foi um educador brasileiro, criador do método revolucionário no ensino da alfabetização, para adultos. Trabalhou com palavras geradas a partir do cotidiano dos estudantes. Seu método foi levado para diversos países (GADOTTI, 1996).

Ele residiu na cidade do Recife até 1931, quando foi morar no município vizinho de Jaboatão dos Guararapes, onde permaneceu durante dez anos. Iniciou o curso ginasial no Colégio 14 de julho, no centro do Recife. Com 13 anos, tornou-se órfão de pai e sua mãe ficou com a responsabilidade de sustentar todos os 4 filhos. Sem condições de continuar pagando a escola, sua mãe pediu ajuda ao diretor do Colégio Oswaldo Cruz, que lhe concedeu matrícula gratuita e o transformou em auxiliar de disciplina, e, posteriormente, professor de Língua Portuguesa (GADOTTI, 1996).

Em 1943 entrou na Faculdade de Direito do Recife. Em 1944 se casou com Elza Maria Costa de Oliveira, professora primária, com quem teve cinco filhos. Depois de formado, continuou como professor de Português no Colégio Oswaldo Cruz e de Filosofia da Educação na Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Pernambuco. Em 1947 foi nomeado diretor do setor de Educação e Cultura do Serviço Social da Indústria. Em 1955, juntamente a outros educadores fundou, no Recife, o Instituto Capibaribe, uma escola inovadora que atraiu muitos intelectuais da época, e que continua em atividades até os dias atuais (SPALA, 2014).

Preocupado com a grande quantidade de adultos analfabetos na área rural dos estados nordestinos, que formavam um número expressivo de excluídos, Paulo Freire desenvolveu um método de alfabetização baseado no vocabulário do dia a dia e da realidade dos alunos. As palavras eram discutidas e inseridas no contexto social do aluno. A partir das palavras base, construíam-se novas palavras para ampliação do vocabulário do estudante (GADOTTI, 1996).

Por seu trabalho na área educacional, Paulo Freire foi reconhecido mundialmente. É o brasileiro com mais títulos de Doutor *Honoris Causa* de várias universidades, 41 títulos, ao todo. Entre elas, Harvard, Cambridge e Oxford. Paulo Freire desenvolveu trabalho pedagógico que vislumbra a educação como um ato libertador, por meio do qual o sujeito seria agente que opera e transforma o mundo.

Freire sustenta que o analfabetismo tem sua origem em situações históricas de exploração e opressão das pessoas por um regime de dominação, e não na falta de capacidade de aprender de determinados grupos sociais ou no atraso tecnológico. Para ele, a educação é um ato de constante busca em que o próprio indivíduo opera e transforma o mundo por meio de uma clara compreensão de si mesmo com consciência da realidade (FREIRE, 2013).

Ao sugerir uma prática de sala de aula que pudesse desenvolver a criticidade dos alunos, Freire condena o ensino oferecido pela extensa maioria das escolas, as “escolas burguesas”, que ele chama de “educação bancária”. A educação bancária, denunciada por Freire (2017), caracteriza-se pela postura apática do aluno e o papel do professor, nesse caso, seria “encher” os alunos com conteúdos.

Nesses termos, os estudantes, na educação bancária são meros repetidores das informações recebidas, sustenta Freire (2017). Essa experiência vivida na educação seria reproduzida, também, nos outros ambientes sociais, tendo como resultado um cidadão acrítico, simples repetidor de ideias dos outros.

Bastos e Oliveira (2006), ao discorrerem sobre as propostas de Freire, destacam a oposição que o autor defende à opressão das práticas educativas que configuram o sujeito como uma tábula rasa. Em contraposição a esse modelo de educação, Freire postula uma educação baseada no diálogo, em que o aluno e o professor são entendidos como sujeitos do processo.

Nesse contexto fazem pleno sentido os dizeres dele: “ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 2017, p. 95). Para Freire (2017), a base das relações sociais é o diálogo. E, para que haja um verdadeiro diálogo, as duas partes têm de estar dispostas a falar e escutar.

A educação dialógica converge com uma educação problematizadora e Freire (2017) discorre sobre o educador revolucionário, que deve incentivar a crença no poder criador dos indivíduos, destacando que:

(...) o educador problematizador re-faz, constantemente, seu ato cognoscente, na cognoscitividade dos educandos. Estes, em lugar de serem recipientes dóceis de depósitos, são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico, também (FREIRE, 2017, p. 97).

Essa educação visa encorajar a criatividade dos alunos e caberia ao professor auxiliar a libertação da consciência humana para que o indivíduo tenha condições de assumir sua condição de um ser em constante construção e contribuir para a transformação da realidade.

Nas palavras de Gadotti (1996), a educação problematizadora lança mão do diálogo e da comunicação e “funda se justamente na relação dialógico-dialética entre educador e educando; ambos aprendem juntos” (GADOTTI, 1996, p. 86). Nesse universo, problematizar é, por meio do diálogo, indagar sobre situações problemáticas para refletir, acerca das questões ligadas ao “contexto social” que se quer transformar.

As ideias de Freire (2017) complementam a base teórica do ponto de vista do ensino e da aprendizagem para uma formação do aluno que vai além dos conteúdos “que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significação” (FREIRE, 2017, p. 79).

Na esfera educacional, dialogar significa socializar para uma reflexão coletiva que busca criar ou aperfeiçoar ações emancipadoras. Esse diálogo é uma ferramenta para determinada libertação dos oprimidos e não há espaço para uma relação de dominação e opressão dentro de uma perspectiva dialógica, pois poderá gerar certa imposição de ideias e ações (FREIRE, 2017).

É primordial que haja atenção e sensibilidade ao longo do processo de ensino e aprendizagem, tanto do aluno como também do educador, já que este segue seu caminho aprendendo, pois, “se a formação é um processo cumulativo e pontual, a transformação é contínua; uma aprendizagem se faz por etapas, e aquilo que se adquire será transferido para a etapa seguinte” (ROCHA, 2015, p. 9).

Nesse sentido, Moura et al. (2010) afirmam que a ação de ensinar está conectada à ação de aprender, onde o professor ensina por meio da organização e mediação das atividades de aprendizagem dos estudantes, visto que o docente tem a capacidade de avaliar as suas ações e pode optar por novas ferramentas e estratégias na concretização de seus objetivos. Os autores defendem ainda que,

(...) as ações do professor na organização do ensino devem criar, no estudante, a necessidade do conceito, fazendo coincidir os motivos da atividade com o objeto de estudo. O professor, como aquele que concretiza objetivos sociais objetivados no currículo escolar, organiza o ensino: define ações, elege instrumentos e avalia o processo de ensino e aprendizagem (MOURA *et al.*, 2010, p. 216).

Desse modo, a adaptação das atividades propostas a cada situação e contexto da sala de aula deve receber um olhar atento por parte do docente responsável, com a finalidade de viabilizar os bons resultados desejados por ele, como afirmam Cunha *et al.* (2012).

Rezende (2012) registra que a linguagem da escola muitas vezes não é compreendida pelos alunos, o que reafirma a necessidade docente de conhecer os contratempos trazidos pelos aprendizes.

Nesse âmbito, é necessário que os assuntos, a serem tratados em classe, sejam próximos da realidade dos alunos com o intuito de facilitar o entendimento, e lhes despertar a curiosidade no assunto.

Para que não se faça como relata Freire (2017):

(...) falar da realidade como algo parado, estático, compartimentado e bem comportado, quando não falar ou dissertar sobre algo completamente alheio à experiência existencial dos educandos, vem sendo, realmente, a suprema inquietação desta educação (FREIRE, 2017, p. 79).

Assim, contextualizar o que se deseja e precisa ensinar é parte indispensável do processo de ensino e aprendizagem. Contudo, o tempo gasto com tarefas administrativas, período usado para manter a disciplina em sala de aula, somados às pressões, em muitas escolas, por ensinar todo o assunto previsto no planejamento anual e problemas diversos no ambiente escolar, como infraestrutura precária, favorecem a redução do tempo disponível para as aulas.

O conjunto desses afazeres pode, naturalmente, tornar as aulas mais enfáticas para o conteúdo do que contextualizadas com o cotidiano dos sujeitos, da mesma maneira, de acordo com a faixa etária e cotidiano em que estão inseridos. Nesse ângulo, as aulas podem se tornar limitadas à busca pelo conteúdo compartilhado pelo professor e a boa aceitação do aluno, conforme critica Freire (2017):

(...) a narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em “vasilhas”, em recipientes a serem enchidos pelo educador. Quanto mais vá enchendo os recipientes com seus “depósitos”, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixem docilmente “encher”, tanto melhores educandos serão (FREIRE, 2017, p. 80).

Da mesma maneira, Pestalozzi (2009, p. 160), em sua obra, não considerava o estudante como “um vaso vazio que se deve encher”, mas como “uma força real,

viva, ativa por si mesma que, desde o primeiro momento da sua existência age no sentido de um corpo orgânico sobre seu próprio desenvolvimento”.

Freire, a rigor, trocou o vaso de Pestalozzi por banco, com o mesmo significado dado pelo seu antecessor. Esse é o sentido do que Freire denomina de “educação bancária”. Ainda segundo Freire (2017), a base da comunicação é o diálogo. E, para que haja um autêntico diálogo, as duas partes têm de estar dispostas a falar e escutar, é uma via de mão dupla. Não é apenas o professor que fala e os alunos escutam, como era a prática das aulas magistrais do ensino tradicional. O preceito do diálogo é o encontro das pessoas para a reflexão e para um mundo mais humanizado. Para Freire (2017):

(...) não há ignorantes absolutos, nem sábios absolutos: há homens que, em comunhão, buscam saber mais (...) A educação autêntica não se faz de A para B ou de A sobre B, mas de A com B, mediatizados pelo mundo. (FREIRE, 2017, p. 112, 116).

Gadotti (2001) sistematiza em etapas o processo de aprendizagem de acordo com o “Método Paulo Freire” e afirma que este é formado por três momentos pedagógicos que estão entrelaçados, a saber:

- a) investigação temática: aluno e professor elencam, no universo vocabular do estudante, as palavras que fazem parte da realidade dele e geram temas relacionados com o cotidiano do aprendiz e do grupo social a que pertence e onde ocorre os diálogos nos círculos de leitura;
- b) tematização: os temas levantados são codificados e decodificados, influenciando a tomada de consciência do mundo vivido, contextualizando e substituindo a visão fantasiosa do mundo por uma observação crítica e social. Desdobram-se em novos temas geradores relacionados com os temas que foram inicialmente levantados que fazem o encadeamento mental no processo da aprendizagem agora dominada pelo próprio estudante, a partir do seu círculo de interesse;
- c) problematização: com o despertar da conscientização o aluno, passa a dominar a criação do seu próprio conhecimento, como sujeito de sua aprendizagem. Descobrem-se, assim, limites e possibilidades concretas, captadas na primeira etapa. Comprova-se a necessidade de uma ação concreta, cultural, política, social, visando à superação de situações-limite,

isto é, de obstáculos ao processo de hominização. A realidade opressiva é experimentada como um processo passível de superação.

Embora o trabalho de alfabetização de adultos desenvolvido por Paulo Freire tenha passado para a história como um “método”, sua obra se caracteriza mais por uma reflexão sobre o significado da educação.

Na perspectiva da Pedagogia Dialógica, é preciso mudar o foco da aprendizagem para uma visão de que a educação não é, apenas, transmissão de conteúdo por parte do professor, mas é preciso estabelecer um diálogo. Paulo Freire afirma que quem educa aprende também. Assim, a educação é um processo de formação comum e permanente (GADOTTI, 2001). Nas palavras de Gadotti, “a educação visa à libertação, à transformação radical da realidade, para melhorá-la, para torná-la mais humana, para permitir que os homens e as mulheres sejam reconhecidos como sujeitos da sua história e não como objetos” (GADOTTI, 1996, p. 5).

3.1.1 Teoria do desenvolvimento moral de Paulo Freire

Ao se estudar os escritos de Paulo Freire, ele não reserva uma obra específica para tratar a questão da moral, mas encontram-se elementos que revelam suas ideias sobre o desenvolvimento moral dispersos em diversas de suas obras. Compilando suas ideias sobre a moral, observam-se as semelhanças e diferenças com a Teoria de Jean Piaget, autor que se dedicou a compreender a construção do conhecimento e reservou parte de seu tempo e de sua obra para delinear uma teoria sobre o desenvolvimento moral. Destaca-se o livro “O juízo moral na criança” ([1932], 1994), obra em que Piaget relata sua compreensão sobre o desenvolvimento moral infantil, apresentando pesquisas, teóricas e empíricas.

É interessante citar que Freire (2012) relata uma experiência que vivenciou com alguns pais, em uma conversa sobre as sanções. Na ocasião, abordou a questão da sanção expiatória e da sanção por reciprocidade e utilizou a obra “O juízo moral na criança”, de Piaget, adjetivando-a de excelente. Constatou que, apesar do conteúdo adequado, a forma como se dirigiu aos pais presentes, famílias simples e sofridas, não foi adequada. Deveria tê-los ouvido e compreendido mais.

Para além do aspecto cognitivo, as aproximações entre as teorias de Piaget e Freire se dão, também, no aspecto moral. Piaget elaborou uma teoria específica

para explicar o desenvolvimento moral, já Freire não se preocupou especificamente em explicar tal desenvolvimento, ele foi delineando suas ideias sobre a temática ao longo de suas obras, ao discutir questões sociais, políticas e educacionais.

Freire (2013), também, considera o Homem como um ser social, que se constrói nas relações que estabelece com os outros homens e com o mundo. As relações de opressão, para ele, levam o ser humano à condição de objeto, e não de sujeito.

Segundo Freire a evolução da submissão para a autonomia, considerando as formas de relação que são vivenciadas e o tipo de respeito proveniente delas, quando o autor discute a questão das relações opressoras e das relações dialógicas. Para ele, as relações de opressão são relações em que predomina a desigualdade entre os homens; aquele que é considerado melhor ou mais poderoso, o opressor, impõe suas vontades, que são aceitas sem questionamentos pelo mais fraco, o oprimido.

Autonomia é a condição sócio-histórica de um povo ou pessoa que se tenha libertado das opressões que restringem ou anulam a liberdade de determinação. A autonomia se refere ao que Freire (2017, p. 108) diz “ser para si” e se assenta no contexto histórico subdesenvolvido dos oprimidos para quem e com quem Freire escreve. Autonomia está relacionada à libertação. Heteronomia é a condição de um indivíduo ou grupo social que se encontra em situação de opressão, de alienação, situação em que se é “ser para outro” (FREIRE, 2017, p. 38).

Freire propõe as relações dialógicas, em que todos se considerem como iguais e possam dizer sua palavra, pensar, refletir e criar. Esse tipo de relação, que Freire considerou amorosa, não no sentido romântico, mas por compreender os dois polos da relação como capazes de pensar e sentir, e por possibilitar o encontro desses pensamentos e sentimentos, é permeada pelo respeito mútuo — como descrito em Piaget —, e capaz de levar à autonomia, por abrir caminhos para que se pense a regra com base em princípios do bem e considerando-se os valores envolvidos na situação.

A autonomia de que trata Freire não é apenas intelectual, mas também moral. A autonomia moral implica a capacidade de descentralizar-se, de considerar o ponto de vista do outro, e de guiar-se de acordo com a própria consciência, considerando os aspectos afetivos e os sentimentos morais envolvidos. Uma pessoa pode ser capaz de coordenar pontos de vista intelectualmente, mas para considerar que uma

ação seja moral, ela precisa ser capaz de coordenar, também, os sentimentos e valores morais envolvidos. É preciso ser capaz de me colocar no lugar do outro de modo a sentir como ele uma determinada situação.

Para Freire (2017), o sujeito está sempre em construção e nessa construção ele é ativo. Ao mesmo tempo que constrói a si mesmo, constrói e reconstrói o mundo à sua volta. As relações sociais e as consequências dela também podem ser transformadas pela ação do sujeito. O respeito mútuo e a autonomia moral são caminhos para que essa transformação ocorra em favor de homens e mulheres mais humanos, que consideram uns aos outros, e prezam por uma sociedade em que todos sejam incluídos e tenham clareza dos seus deveres, mas também seus direitos garantidos.

3.2 Jürgen Habermas e a teoria da ação comunicativa

O filósofo e sociólogo Jürgen Habermas nasceu em 18 de junho de 1929, sendo considerado um crítico das práticas sociais. Muitos o declaram como o principal herdeiro da Escola de Frankfurt, fundada em 1923 juntamente ao Instituto de Pesquisas Sociais. Entre 1955 e 1959, o filósofo foi pesquisador do Instituto de Pesquisas Sociais em Frankfurt e se tornou assistente de Theodor W. Adorno um notável filósofo, dentre outros expoentes participantes desse Instituto. A partir de 1961, Habermas trabalhou em sua tese de pós-doutorado, intitulada “Mudança Estrutural na Esfera Pública” (SILVA; GASPARIN, 2006).

Porém, o que marcou a carreira do filósofo alemão Jürgen Habermas foi o lançamento da obra *Teoria da Ação Comunicativa*. Habermas (2016) descreve o conceito fundamental do agir comunicativo:

(...) abrindo caminho para três complexos temáticos ligados entre si: trata-se primeiro de um conceito de racionalidade comunicativa (...) em seguida, trata-se de um conceito de sociedade em dois níveis, que vincula (...) os paradigmas “mundo da vida” e “sistema”; por fim, trata-se de uma teoria da modernidade que (...) adota a ideia de que os campos da vida estruturados por via comunicativa estão submissos a imperativos de sistemas acionais automatizados e formalmente organizados (HABERMAS, 2016, p. 10-11).

Em sua *Teoria da Ação Comunicativa*, o autor afirma que os seres humanos são capazes de ação, e para tal lançam mão da linguagem para a comunicação com

seus pares, buscando chegar a um entendimento por meio da argumentação. De acordo com suas palavras,

(...) as argumentações tornam possível um comportamento considerado racional em um sentido peculiar, qual seja o aprendizado a partir de erros explícitos. Enquanto a possibilidade de críticas a exteriorizações racionais e a capacidade de fundamentação que lhes é própria limitam-se a dar indício da possibilidade de argumentação, os processos de aprendizado dependem de argumentações; e é por meio destes últimos que angariamos conhecimentos teóricos e discernimentos morais, renovamos e ampliamos a linguagem avaliativa e suplantamos autoenganos e dificuldades de entendimento (HABERMAS, 2016, p. 57).

A ação comunicativa se dá por meio de relações intersubjetivas na interação de sujeitos que buscam entender um determinado acontecimento. Por meio das relações intersubjetivas se pode diferenciar a universalização dos interesses num debate. É nesse momento que o motivo de uma ética da discussão exige a reconstrução de um espaço crítico, aberto e pluralista. Assim, a racionalidade passa a ser vista como fonte inspiradora nas ações humanas, com vistas à emancipação dos homens e a uma maior compreensão do mundo.

A Teoria da Ação Comunicativa está fundamentada numa concepção da linguagem em que as dimensões de significado e validade estão intimamente ligadas. Baseia-se, segundo Machado, Leitão e Holanda (2005), na concepção de que a linguagem está compreendida em três funções básicas: a representativa que se refere ao mundo objetivo. É o falar sobre algo no mundo; a interativa a qual se relaciona ao respeito necessário ao mundo social, ou seja, é o comunicar-se com o outro e a expressiva que se traduz ao mundo subjetivo, isto é, significa expressar o que se tem na cabeça. Essas funções estão interligadas, objetivando a validade, entendida como: verdade proposicional, correção normativa e sinceridade expressiva, de acordo com os autores.

Para que dois falantes cheguem ao entendimento por meio da linguagem não basta que falem a mesma língua, é fundamental, também, que possuam um quadro de referências em comum que atribua sentido aos seus atos de fala. Habermas define “o mundo da vida” como esse saber intuitivo que se domina em virtude de os indivíduos crescerem numa mesma cultura e partilhar uma mesma experiência. Ele constitui um “pano de fundo” de “coisas desde sempre sabidas” que torna possível a comunicação entre os que discursam (HABERMAS, 2002).

Ao se entenderem frontalmente sobre algo no mundo, falante e ouvinte movem-se no interior do horizonte de seu mundo da vida comum; este permanece às costas dos implicados como um pano de fundo holístico, intuitivamente conhecido, não problemático e indissolúvel. A situação de fala é um recorte, delimitado em função de um determinado tema, de um mundo da vida que tanto constitui um contexto para os processos de entendimento como coloca recursos à sua disposição (HABERMAS, 2002, p. 416).

Assim, Bannell (2006) afirma que, com base na Teoria da Ação Comunicativa, podem ser propostas ações democráticas que incentivem o pensamento crítico, reflexivo e comunicativo, que constituem aspectos importantes na educação formal. Bannell (2006, p. 46) declara que:

(...) é nessa forma de ação que o ser humano pode estabelecer uma relação reflexiva (...) possibilitando a coordenação da ação social (...) é no agir comunicativo que processos de aprendizagem podem resultar na transformação desses mundos.

Polli (2013) corrobora essa afirmativa quando reitera que a “Teoria Crítica Habermasiana” objetiva auxiliar para o surgimento de “uma sociedade mais participativa e democrática”, com vontade ética e emancipatória e características coletivas. Complementa que “os sujeitos, por esta compreensão, não são espectadores, mas participantes de um processo comunicativo em que a crítica é recíproca e visa a um acordo que tem como objetivo, as normas e vivências” (POLLI, 2013, p. 53).

Cabe ressaltar que o educador não é o único responsável por esse processo, mesmo sendo ele o principal articulador em sala de aula. Sobre essa questão, Cardoso (2007) declara que ocorre na classe uma representação do conjunto de determinações a que a escola está submetida. Do mesmo modo, as intenções e finalidades sobre a frequência no contexto escolar também vêm mudando ao longo dos anos. É possível notar essa realidade na declaração de Mühl (2011) em que o autor alega que:

(...) ao invés de um espaço público de aprendizagem da convivência humana, torna-se, predominantemente, um lugar de aquisição de habilidades e de informações técnicas necessárias para a inserção do indivíduo no sistema do poder e do dinheiro (MÜHL, 2011, p. 1040).

Tal narrativa do autor torna-se significativa quando se pensa em educação em longo prazo. Ou seja, no decurso da formação do indivíduo, muitas vezes, a educação vai instituindo outros interesses dissonantes de seu potencial maior como

instrumento de formação crítica e emancipatória que ela pode se tornar na vida daqueles que nela investem e usufruem dos resultados positivos. Habermas (2016) apresenta dois importantes conceitos sobre o “mundo da vida e sistema”. Acerca do entendimento sobre mundo da vida, o filósofo explica que:

(...) sujeitos que agem comunicativamente buscam sempre o entendimento no horizonte de um mundo da vida. O mundo da vida deles constitui-se de convicções subjacentes mais ou menos difusas e sempre isentas de problemas. Esse pano de fundo ligado ao mundo da vida serve como fonte de definições situacionais que podem ser pressupostas pelos partícipes como se fossem isentas de problemas (HABERMAS, 2016, p. 138).

Por outro lado, o sistema ou mundo sistêmico se opõe ao mundo da vida, pois quanto mais as tradições culturais decidirem, previamente, sobre o que deve ser aceito, menos os participantes terão a chance de expor e testar as razões sobre as quais apoiam seus posicionamentos:

(...) quando julgamos sistemas interpretativos culturais sob esse ponto de vista, evidencia-se o porquê de as imagens de mundo míticas representarem um caso-limite elucidativo. Na medida em que se interpreta o mundo da vida de um grupo social por meio de uma imagem de mundo mítica, priva-se o participante individual tanto do ônus da interpretação como da chance de aproximar-se de um comum acordo criticável (HABERMAS, 2016, p. 139-140).

Nessa perspectiva, sempre que as pessoas problematizam um fato, este pode ou não ter sido objeto de problematização anterior. Assim, este fato não problematizado, implícito na comunicação, tem um consenso prévio por parte das pessoas ou pertence ao conjunto de coisas em que os indivíduos acreditam sem refletirem a respeito, ou seja, sem se darem conta que a situação reflete uma crença mantida em comum, podendo dessa forma, ser objeto de análise.

3.2.1 Desenvolvimento moral para Habermas

As ideias desenvolvidas por Kant e Rousseau podem ser apreendidas nos trabalhos de Habermas, especialmente no que tange à tomada de consciência. O interesse em Habermas, nesta tese, recai sobre as explicações que forneceu sobre a moralização do ser humano por meio da razão comunicativa, pois, no momento da interação dialógica, elabora um processo argumentativo que favorece a racionalidade e a reflexão dialética com o mundo (FREITAG, 2005).

A questão da moralidade insere-se nos escritos sobre a Teoria da Ação Comunicativa de Habermas. Ela é repensada no contexto do discurso prático. Se, para Kant, o critério da moralidade se condensa no “imperativo categórico”, para Habermas ele se estabelece no procedimento argumentativo, por meio do discurso prático, constituindo a ética discursiva (FREITAG, 1989).

Na obra “Consciência moral e agir comunicativo” (2003), Habermas defende a ética discursiva, em que busca substituir o imperativo categórico de Kant pelo processo argumentativo moral. Dessa maneira, o autor desenvolve sua teoria a partir do discurso e do consenso desenvolvido pela comunicação (HABERMAS, 2003).

O agir comunicativo surge no esforço de fundamentar a ética a partir do discurso, considerando-se a comunicação entre as pessoas. Assim, a ética, fundamentada no agir comunicativo, busca a legitimidade das normas morais na intersubjetividade, como afirma Lima (2015, p. 213):

(...) a ética do discurso emerge dentro da filosofia alemã a partir dos anos 70 do século XX — com Apel e Habermas — como uma tentativa de oferecer uma fundamentação para o agir moral, fundamentação esta que busca transcender os limites das alternativas éticas de cunho metafísico-subjetivista.

A ética do discurso recomenda que somente podem ser válidas as normas que forem aceitas por todos os integrantes do discurso prático e os efeitos decorrentes da observância devem ser antecipados e avaliados as suas consequências (HABERMAS, 2003). Para Habermas, isso acontece por meio da argumentação, em que o melhor argumento predomina, respeitando os demais, apoiado na adequação, coerência e justiça

É importante ressaltar que as teorias de Habermas e Paulo Freire se aproximam para resgatar a noção do sujeito moralmente consciente, visto que a reflexão dialética para Habermas, assim como a conscientização proposta por Freire, são processos que resultam em uma pessoa atuante na realidade em que vive. Assim, considerando-se a revisão de literatura realizada e os referenciais teóricos adotados, espera-se contribuir para a discussão sobre as questões da temática bioética na escola, a partir das falas de professores e estudantes e por meio de uma proposta didática.

Para investigar as possibilidades e desafios referentes às discussões bioéticas para o ensino de genética na Educação Básica de duas escolas da cidade

de Pinheiral, foram observados os seguintes procedimentos metodológicos, apresentados no capítulo seis.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de cumprir com os objetivos propostos, o caminho metodológico foi desenhado em três etapas:

- a) em 2018 foi feita a primeira coleta de dados visando cumprir com o 1º e o 2º objetivos específicos³;
- b) em 2019, visando cumprir o 3º objetivo específico, foi realizada a segunda coleta de dados⁴;
- a) em 2020, visando cumprir com o 4º objetivo específico foi elaborada uma proposta didática⁵.

Os demais procedimentos metodológicos da pesquisa como o embasamento teórico, a escolha do local da pesquisa, dos participantes e instrumentos de coleta de dados foram organizados em subitens citados a seguir.

4.1 Aspectos éticos da pesquisa

A presente pesquisa foi apresentada ao comitê de ética em duas etapas:

Na primeira, em 2018, em relação a dados sobre a averiguação acerca das práticas educativas utilizadas na abordagem do tema bioética no ensino de genética por professores do Ensino Médio, o estudo foi aprovado pelo comitê de ética com o parecer n.º 2.560.362 de março de 2018 (Anexo A).

Na segunda etapa, adequando a pesquisa para a coleta de dados ligados a questões bioéticas, o estudo foi aprovado pelo comitê de ética sob o n.º 3.775.345 de dezembro de 2019 (Anexo B). Também foram encaminhados o Termo de Aprovação para as escolas participantes (Anexo C e D) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo E). O TCLE foi elaborado de acordo com as Normas da Resolução n.º 466 do Conselho Nacional de Saúde de 12 de dezembro de 2012. A Resolução 466/12 CNS, no seu item II.2, define

³ Analisar como são abordadas as questões bioéticas em documentos curriculares do Ensino Médio e em livros didáticos. Averiguar que práticas educativas são utilizadas na abordagem do tema bioética no ensino de genética, por professores do Ensino Médio.

⁴ Investigar as representações dos alunos do Ensino Médio sobre Genética e temas relacionados à bioética.

⁵ Propor atividade didática, a fim de problematizar aspectos bioéticos na área da genética, a partir da Aprendizagem Baseada em Problemas.

Assentimento Livre e Esclarecido como “anuência do participante da pesquisa criança, adolescente ou legalmente incapaz, livre de vícios (simulação, fraude ou erro), dependência, subordinação ou intimidação. Tais participantes devem ser esclarecidos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa lhes acarretar, na medida de sua compreensão e respeitados em suas singularidades”.

Para protocolos de pesquisa cujos participantes são adolescentes (conforme o Estatuto da Criança e Adolescente no seu artigo 2º, a pessoa com idade entre doze e dezoito anos de idade), deverá ser elaborado um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Anexo F) sucinto, em linguagem simples e acessível, contendo informações básicas da pesquisa como objetivos, os procedimentos que serão realizados, os riscos e os benefícios, os desconfortos, a voluntariedade, a confidencialidade e o direito de recusa de participação. Assim, após o consentimento do responsável, o adolescente assinou o termo, caso decidisse participar da pesquisa. Em todas as etapas da pesquisa, somente mediante a assinatura, os dados foram contabilizados.

4.2 Embasamento metodológico da pesquisa

A pesquisa foi de caráter descritivo e de cunho qualitativo. A pesquisa qualitativa trabalha com um conjunto de motivos, significados, crenças, valores e atitudes, cujo universo corresponde a um espaço mais profundo dos processos, relações e fenômenos que não podem ser quantificados (MINAYO, 2012). Marconi e Lakatos (2010, p. 269) enfatizam que a metodologia qualitativa “preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano”.

4.2.1 Análise documental

Em 2018 foi feita a investigação dos documentos oficiais com a intenção de cumprir com o 1º objetivo específico. Os documentos oficiais analisados abrangem a esfera nacional voltados para o Ensino Médio com o intuito de compreender as concepções defendidas por estes acerca do tema “ética” na área da genética, além de identificar se há ou não referência a essa temática nestas obras.

Para compor o *corpus* da análise, foram selecionados três documentos, que constam a seguir. Todos eles estão disponíveis na forma virtual no site do MEC. A seleção do *corpus* seguiu alguns critérios sugeridos por Bardin (2016):

- a) homogeneidade: todos são documentos oficiais e norteiam a organização curricular das escolas;
- b) representatividade: são publicações que sinalizam os princípios, os objetivos, os conhecimentos, valores e práticas para a educação escolar e citam a ética como parte destes;
- c) exaustividade: representam o universo das publicações no período definido;
- d) pertinência: são fontes de informações adequadas e correspondem ao objetivo da análise.

Estabelece-se como marco inicial o PCNEM de 2000 até a última versão da BNCC para o Ensino Médio, publicada em abril de 2018. O período proposto parte do princípio de que se trata de um processo histórico marcado por mudanças conjunturais e políticas com possibilidades de alcançar diferentes apontamentos quanto à abordagem da ética no ensino de genética no contexto da Educação Básica e do ensino de Biologia.

Os documentos utilizados na análise foram:

- e) Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000);
- f) Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM+) (BRASIL, 2002);
- g) Base Nacional Comum Curricular (BNCCEM) (BRASIL, 2018).

Cabe ressaltar que, diferentemente dos PCNEM, considerados como parâmetros para a elaboração do currículo de cada escola, a BNCCEM se coloca como um documento de caráter normativo, isto é, as escolas de educação básica têm de seguir suas postulações e objetivos.

A técnica de análise está fundamentada nas proposições de Bardin (2016), que incluem as fases de pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados com as respectivas interpretações e conclusões. A análise temática considerou como unidade de registro a palavra-chave “ética” presente nos documentos. Realizou-se o recorte dos textos em unidades de contexto e em seguida o seu reagrupamento, permitindo a realização de uma síntese, interpretações e inferências sobre os significados conferidos ao termo. Para

identificar e selecionar a unidade de registro nos textos, usou-se o comando “Ctrl+F” disponível nos teclados de computadores que possuem o programa *Windows*.

A partir da exploração do material que compôs o *corpus*, houve organização detalhada de cada unidade de contexto e do seu reagrupamento, procedendo sucessivas leituras a fim de identificar em quais momentos eles referenciam, citam, indicam ou aproximam a temática “ética” no âmbito da genética, como um assunto a ser desenvolvido na educação básica. Averiguou-se, especificamente, a área das ciências da natureza, especialmente a disciplina de Biologia, nos três anos do Ensino Médio.

A investigação organizou-se em duas seções: a primeira, voltada aos PCNEM (BRASIL, 2000, 2002); e a segunda destina-se à última versão da BNCC para o Ensino Médio, homologada no final de 2018. Ao longo de ambas, traçaram-se algumas discussões acerca da relevância das questões éticas no ensino de genética e em que medida as postulações apontadas nos documentos se aproximam com a proposta de inserção no espaço escolar. Além disso, construíram-se quadros para melhor entendimento dos dados gerados a partir da análise.

A etapa de construção e análise dos dados referentes à educação ética no ensino de genética presentes nos documentos foi organizada da seguinte maneira: a) leitura flutuante de cada documento; b) organização das categorias, estabelecidas *a priori* – I – abordagem explícita-direta-conceitual de elementos da educação ética no campo da genética (AEDC) e, II – abordagem implícita-indireta não conceitual de elementos da educação ética no ensino de genética (AIINC); c) leitura metódica e destaque dos elementos textuais a serem categorizados; d) categorização e análise dos elementos classificados.

A leitura flutuante consiste em achar, nos documentos já selecionados, o tema “ética” ou palavras-chave afins, como processo de categorização, pertinentes a questões éticas abordadas no ensino de genética. Segundo Bardin (2016), dessa leitura preliminar podem surgir formulações de hipóteses por meio de intuições. Ainda de acordo com a autora, essa metodologia de leitura faz com que se comece um contato inicial com o texto, deixando-se sentir as impressões e orientações textuais, para que após possa haver uma imersão maior na obra.

Para a obtenção dos elementos de cada uma das categorias estabelecidas, *a priori*, buscou-se observar a presença de elementos textuais que, dentro de seu contexto, remetesse às questões éticas no âmbito do ensino de genética,

procedendo sucessivas leituras a fim de identificar o que os textos dizem sobre ética na esfera da educação em genética, como abordam os problemas oriundos dos avanços genéticos, os seus impactos sobre a vida humana e de todas as formas de vida sob o olhar da ética e se põem em discussão os valores envolvidos na produção e aplicação do conhecimento genético.

No que concerne às categorias referentes às questões bioéticas, a análise documental considerou as terminologias e ideias atreladas aos conceitos relacionados ao referencial teórico de Potter (2016) como orientadoras da leitura e interpretação. Para a categoria I, “Abordagem explícita-direta-conceitual”, busca-se encontrar elementos textuais que faziam alusão direta aos conceitos⁶ teóricos ligados à bioética. Ideias relacionadas à ética na clonagem terapêutica, procedimentos éticos no uso da informação genética para a promoção da saúde do ser humano e emprego das terapias genéticas diferenciando aquelas que são eticamente recomendadas daquelas que devem ser proibidas.

Para a categoria II, “Abordagem implícita indireta e não conceitual”, consideraram-se elementos textuais que indiretamente faziam alusão aos conteúdos bioéticos. Trechos com ideias como importância do aspecto econômico envolvido para a utilização da manipulação genética em saúde como o problema das patentes biológicas e a exploração comercial das descobertas das tecnologias de DNA, assunto como o direito de propriedade das descobertas relativas ao genoma humano fazem parte dessa categoria.

Para a identificação e caracterização das questões de bioética, foi considerado o tema estruturador do ensino de Biologia “Transmissão da vida, ética e manipulação gênica” presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2002).

4.2.2 Investigação nos livros didáticos

Para verificar em livros didáticos da educação básica como são abordadas as questões éticas no âmbito do ensino de genética, analisaram-se os livros de Biologia utilizados no Ensino Médio. Ainda em 2018, investigou-se, no presente estudo, como

⁶ O vocábulo conceito, de acordo com Ferreira (2014, p.183) tem significados variados, dentre eles: “1. Formulação duma ideia por palavras; definição 2. Pensamento; ideia”. Desse modo, considerando-se o “conceito” como ideias formuladas por meio de palavras que trazem em sua essência um pensamento, o significado deste implica a elaboração das categorias.

são abordadas as questões éticas no âmbito do ensino de genética, nos livros didáticos direcionados para o Ensino Médio, visando cumprir com o 2º objetivo específico com uma leitura detalhada das obras didáticas de Biologia, da educação básica.

A pesquisa teve abordagem qualitativa. Realizou-se análise de conteúdo segundo a metodologia de Lüdke e André (2017) e Bardin (2016), por meio de leitura detalhada, de todos os conteúdos, efetuada duas vezes, de todas as informações, expostas em dez coleções de livros didáticos de Biologia.

Limitou-se ao 1º e 3º volumes, de cada coleção, pois várias áreas de conhecimento, abordados no 1º e 3º anos do Ensino Médio, se relacionam com a genética, como a célula e seus componentes que são tratados no 1º ano e os fundamentos genéticos se destacam no 3º ano, totalizando 20 livros.

Nesse contexto, os livros didáticos do 2º ano não foram analisados porque não abarcam conteúdos de genética e, sim, conceitos acerca da classificação dos seres vivos, bem como a biodiversidade deles.

Esse método possibilita investigar o conteúdo de livros e busca descrever, sistematicamente, o conteúdo das comunicações (MARCONI; LAKATOS, 2017). Procurou-se a existência de qualquer abordagem acerca da temática genética, bem como questões éticas no âmbito do ensino de genética.

As coleções estudadas refletem as escolhas feitas pelo PNLD 2018 para comporem o Guia de Livros Didáticos PNLD 2018 de Biologia. As dez obras analisadas foram recomendadas pelo PNLD (BRASIL, 2018) para os anos letivos de 2018, 2019 e 2020. As páginas das obras investigadas, dedicadas aos assuntos previamente estabelecidos, foram quantificadas. O levantamento considerou todas as páginas destinadas à genética, inclusive as de exercícios e figuras, sendo excluídas as laudas do glossário, bibliografia e gabaritos. Posteriormente, foi realizada a relação proporcional entre o total de páginas do livro e o total de páginas sobre os assuntos relacionados à genética.

Cabe ressaltar que a opção por essa abordagem tem limitações, posto que não avalia, especificamente, a qualidade de cada obra didática. Contudo, os dados levantados contribuem para uma visão geral da ênfase e dos conteúdos que os dez livros selecionados apresentam em relação à genética. Para categorizar, foi seguida a divisão efetuada pelo autor do livro didático selecionado, que separa a obra em

unidades com diversas temáticas. Os 20 livros possuem uma unidade específica para cada tema. O Quadro 2 apresenta as obras que foram analisadas.

Quadro 1: livros didáticos analisados no presente trabalho

Livro	Referência
L1	THOMPSON, M.; RIOS, E. P. Conexões com a biologia . Ensino Médio, v. 1. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016a.
L2	THOMPSON, M.; RIOS, E. P. Conexões com a biologia . Ensino Médio, v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016b.
L3	AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. Biologia moderna . Ensino Médio, v. 1. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016a.
L4	AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. Biologia moderna . Ensino Médio, v. 3. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016b.
L5	BIZZO, N. Biologia novas bases . Ensino Médio, v.1. 1. ed. São Paulo: IBEP, 2016a.
L6	BIZZO, N. Biologia novas bases . Ensino Médio, v.3. 1. ed. São Paulo: IBEP, 2016b.
L7	LOPES, S.; ROSSO, S. BIO . Ensino Médio, v. 1. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016a.
L8	LOPES, S.; ROSSO, S. BIO . Ensino Médio, v. 3. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016b.
L9	CALDINI, C. S. Biologia . Ensino Médio, v.1. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2017a.
L10	CALDINI, C. S. Biologia . Ensino Médio, v.3.12. ed. São Paulo: Saraiva, 2017b.
L11	MENDONÇA, V. L. Biologia . Ensino Médio, v. 1. 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016a.
L12	MENDONÇA, V. L. Biologia . Ensino Médio, v. 3. 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016b.
L13	LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. Biologia hoje . Ensino médio, v. 1. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016a.
L14	LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. Biologia hoje . Ensino Médio, v. 3. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016b.
L15	FAVARETTO, J. A. Biologia unidade e diversidade . Ensino Médio, v. 1. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016a.
L16	FAVARETTO, J. A. Biologia unidade e diversidade . Ensino Médio, v. 3. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016b.
L17	OGO, M. Y.; GODOY, L. P. Contato biologia . Ensino Médio, v. 1. 1. ed. São Paulo: Quinteto, 2016a.
L18	OGO, M. Y.; GODOY, L. P. Contato biologia . Ensino Médio, v. 3. 1. ed. São Paulo: Quinteto, 2016b.
L19	CATANI, A. <i>et al.</i> Ser protagonista . Ensino Médio, v. 1. 3. ed. São Paulo: SM, 2016.
L20	BANDOUK, A. C. <i>et al.</i> Ser protagonista . Ensino Médio, v. 3. 3. ed. São Paulo: SM, 2016.

Fonte: elaborada pela autora (2020).

Na análise dos assuntos pelos tópicos, considerando-se o que os PCNEM determinam para o Ensino Médio, foram encontrados, dentre os conteúdos definidos pelos PCNEM (BRASIL, 2000, 2002), os seguintes temas: os fundamentos da hereditariedade; a genética humana e a saúde; engenharia genética e suas aplicações, os benefícios e os perigos da manipulação genética. Inicialmente, foram investigadas as informações, sobre o tema genética, presentes nas obras didáticas. Os resultados brutos foram examinados e, a partir deles, foram elaborados quadros, fornecendo informações quantitativas e qualitativas.

4.2.3 Coleta de dados com docentes e discentes

Nessa etapa da pesquisa, a análise dos dados foi fundamentada em Fontoura (2011) que, dentro de uma proposta de tematização, destaca a pesquisa qualitativa como “um caminho promissor para que nos engajemos em processos que busquem a transformação social” (FONTOURA, 2011, p.63).

Ainda segundo a autora, “os dados não falam por si em pesquisa qualitativa, então precisamos problematizar o que encontramos” (FONTOURA, 2011, p. 67), por meio do diálogo entre o que o pesquisador encontra com a teoria, ancorado na metodologia escolhida, há possibilidade de construção e o direcionamento do problema de pesquisa.

Segundo Fontoura (2011), para organização, interpretação e análise dos dados coletados, devem-se observar sete etapas metodológicas, a seguir:

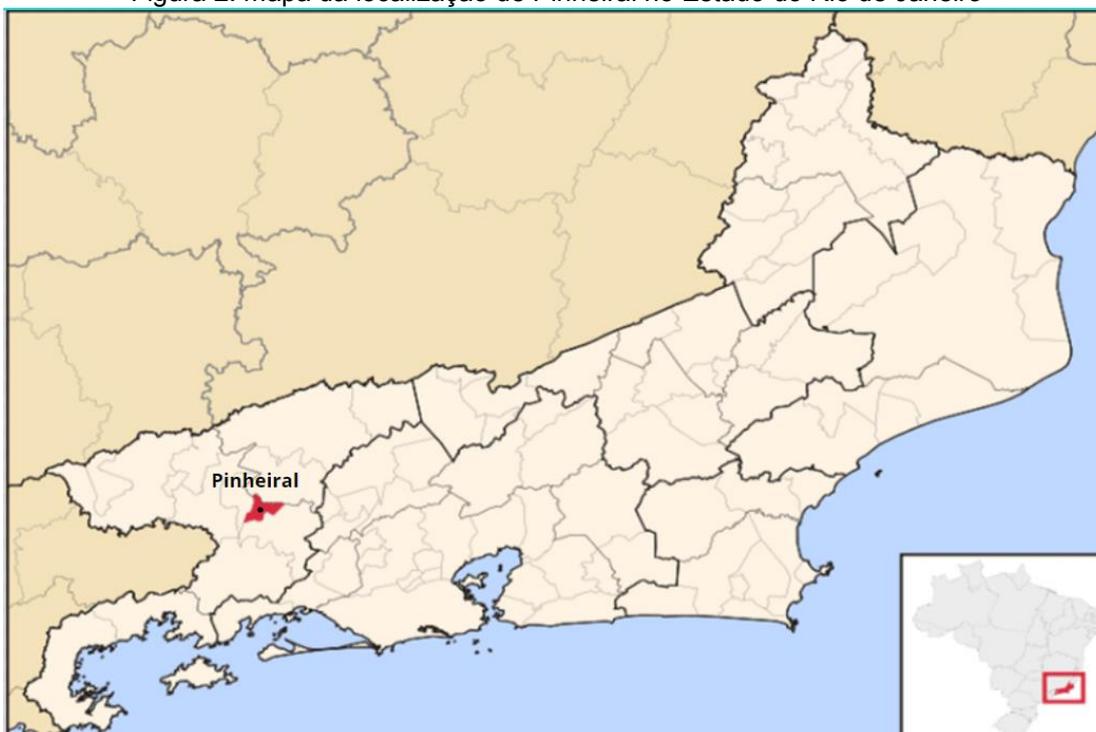
1. transcrição de todo material coletado de forma oral ou escrita;
2. leitura atenta para o entendimento de todo material, inicialmente deixando as impressões e intuições fluírem, para depois ir definindo os focos;
3. demarcação do corpus de análise, ou seja, dos temas mais relevantes a fim de explorar o material e realizar recortes de texto em unidades de registro;
4. agrupamento de dados com destaque dos temas, os quais devem seguir a coerência, semelhança, pertinência, exaustividade e exclusividade;
5. definição de unidades de contexto e de significados para facilitar a interpretação dos dados coletados;
6. esclarecimento acerca do tratamento dos dados, quais esquemas foram utilizados para apresentá-los (Quadros, Tabelas, Gráficos...);
7. interpretação dos dados à luz dos referenciais teóricos adotados.

Na presente pesquisa, a ênfase dada aos resultados se empenha no caráter descritivo e interpretativo. No entanto, alguns dados podem ser organizados empregando-se recursos como tabelas, quadros ou gráficos (FONTOURA, 2011; MOREIRA, 2003). Sendo assim, a transcrição de falas e textos escritos pelos participantes pesquisados foi introduzida, diretamente, no corpo do texto ou exibida por meio dos recursos mencionados.

4.3 Ambiente e participantes da pesquisa

O estudo ocorreu em duas escolas públicas que pertencem à jurisdição da SEEDUC-RJ, as quais ofertam, exclusivamente, o Ensino Médio. Ambas as escolas ficam localizadas no município de Pinheiral, situado no sul do estado do Rio de Janeiro, na região do Médio Paraíba (Figura 2). As escolas foram escolhidas por serem as únicas escolas estaduais pertencentes ao município e também por serem onde a pesquisadora desta tese é professora efetiva desde 1998, facilitando o acesso e inserção para coleta de dados.

Figura 2: mapa da localização de Pinheiral no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: elaborada pela autora com base em elaborada pela autora com base em Wikipédia (2020)⁷.

⁷ Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Pinheiral#/media/Ficheiro:RioDeJaneiro_Municip_Pinheiral.svg>. Acesso em: 24 de janeiro de 2021.

Visando facilitar a leitura dos dados, as duas escolas que participaram da pesquisa foram denominadas escola A e escola B.

Inicialmente, apresentou-se à direção escolar o projeto de pesquisa aprovado pelo comitê de ética da Fiocruz, explicou-se o teor da pesquisa e tempo estimado para a realização. Nos Anexos C e D, estão os respectivos documentos para a aprovação da pesquisa pela diretoria das escolas.

Segue uma descrição do contexto das escolas participantes do projeto:

a) Escola A

A escola A oferece a Educação de Jovens e Adultos (EJA), na modalidade de supletivo, no período noturno (com cerca de 138 alunos em 2018) e o Ensino Médio em tempo integral, com ênfase em empreendedorismo (com aproximadamente 260 alunos em 2018).

A unidade escolar A apresenta uma diversidade social entre os estudantes matriculados. Embora seja um colégio público, percebe-se, em relação à prática docente, que nem todos os estudantes estão em vulnerabilidade social.

Apesar de a escola dispor de ensino integral e período noturno, ela possui, apenas, dois diretores. Verifica-se que o interesse é alto para se matricular na referida escola, devido ao caráter profissionalizante do Ensino Médio Integral, uma vez que o objetivo é oferecer aos estudantes uma educação em tempo integral desenvolvendo competências e habilidades. Aos jovens são ofertadas as disciplinas da Base Nacional Comum e enriquecidas com componentes inovadores, que seriam as disciplinas projeto de vida e mundo do trabalho; projeto de intervenção e pesquisa; estudos orientados e empreendedorismo.

Contudo, no turno noturno, há uma evasão maior em virtude do perfil do grupo que a frequenta, a maioria, trabalhadores, logo, precisam conciliar a escola e trabalho. Deste modo, muitos ao longo do ano abandonam os estudos.

b) Escola B

Já a escola B, oferta o Curso Normal e o Ensino Médio e funciona em dois turnos, matutino e vespertino (com aproximadamente 174 alunos em 2018).

Do mesmo modo, a escola B possui estudantes com os mesmos perfis da escola A. Para acompanhar os dois turnos de aula, a escola conta com dois diretores. A escola tem 06 salas de aula em uso, e quase não há abandono escolar no período diurno.

Com relação aos participantes da pesquisa, estes são compostos por dois grupos. Segue abaixo a descrição dos grupos:

a) Professores

A escolha dos participantes da pesquisa para esse grupo foi feita com base nos seguintes critérios: ser docente de Biologia nas escolas e nas turmas investigadas.

Sendo assim, as entrevistas individuais (Apêndice A) foram realizadas com três professores de Biologia, ou seja, aqueles que, na época, lecionavam para as turmas participantes da pesquisa e que aceitaram, por meio da assinatura do TCLE (Anexo E), que seus dados fossem validados.

Por questões éticas, os participantes da pesquisa foram codificados em forma de números, como professor 1, professor 2 e professor 3.

Segundo Fontoura (2011), não há uma quantidade mínima ou máxima de entrevistas em uma pesquisa qualitativa. Dessa forma, como o N=3 correspondia ao número de professores que ensinavam para o grupo de estudantes participantes das duas escolas pesquisadas, consideram-se importantes tais informações para as próximas etapas.

b) Alunos

A escolha dos participantes da pesquisa para este grupo foi feita com base nos seguintes critérios: ser aluno do 2º ano do Ensino Médio regular no ano de 2018 e do 3º ano do ensino médio regular no ano de 2019.

A escolha pelos alunos do 2º ano se deu devido ao fato de esses estudantes terem tido aulas sobre alguns dos temas abordados no 1º ano do Ensino Médio com enfoque genético como: hereditariedade, divisão celular, gene e expressão gênica.

Esse primeiro momento poderia ser relevante, devido à compreensão dos estudantes, que poderia ser investigada. Enquanto o encontro no 3º ano seria importante, pois os conteúdos na área da genética se remetem a assuntos ligados à biotecnologia (produção de alimentos transgênicos, clonagem, terapia gênica), bem como ao reconhecimento e avaliação do caráter ético dos avanços científicos na área.

Em 2018 a amostra foi composta por 53 alunos na escola A, que receberam um código alfanumérico (E1-1 a E53-1 Escola A) e 12 alunos na escola B, cujos participantes também receberam um código alfanumérico (A1-1 a A12-1 Escola B), totalizando 65 alunos que responderam ao questionário (Apêndice B).

No ano de 2019, 34 alunos (agora no terceiro ano) responderam ao questionário (Apêndice C). Desse total, 28 alunos da escola A, que receberam o código alfanumérico E1-2 a E53-2 Escola A e 6 alunos da escola B, que também receberam o código alfanumérico A1-2 a A12-2 Escola B. Cabe ressaltar que, por conta do primeiro questionário utilizado para a primeira coleta de dados em 2018 e o segundo questionário aplicado em 2019, os participantes receberam “-1 e -2” a fim de identificar cada questionário.

4.4 Instrumentos da pesquisa

Os instrumentos utilizados para as coletas de dados na presente pesquisa foram: roteiro de entrevista semiestruturada (Apêndice A) para a coleta de dados com os docentes, questionário semiestruturado (Apêndice B e C) para a coleta de dados com os discentes, e anotações de campo. As falas dos participantes durante as entrevistas foram gravadas em áudio ou anotadas em caderno de campo.

Toda pesquisa com entrevistas se caracteriza como uma interação ou um empreendimento cooperativo, em que as palavras são o meio principal de troca. Ela é uma troca de ideias e de significados, em que várias realidades e percepções são exploradas e desenvolvidas (BAUER; GASKELL, 2017), cuja função é complementar as informações que são trocadas e ampliar os ângulos de observação, permitindo uma maior aproximação da perspectiva dos participantes, na tentativa de conhecer suas percepções, aspirações, vontades e atitudes, ou seja, os significados atribuídos à realidade e às suas próprias ações (LÜDKE; ANDRÉ, 2017).

Embora a entrevista semiestruturada contenha os temas que serão abordados, a sequência e a forma como estes serão desenvolvidos são livres, havendo guia geral para a entrevista, com algumas perguntas que serão introduzidas na conversa, e outras que podem ser acrescentadas, caso as que já foram abordadas pelo entrevistador não sejam respondidas (SALVADOR, 2002).

4.4.1 Coleta de dados com os docentes

A etapa da entrevista ocorreu em 2018, com gravação em áudio e as respostas foram transcritas, posteriormente. A privacidade de cada participante na divulgação dos resultados, para que eles pudessem expor posicionamentos

personais, foi garantida. A fim de facilitar a compreensão relativa aos discursos dos professores, que doravante serão denominadas P1, P2 e P3, as falas foram, inicialmente, transcritas na íntegra, tabuladas e categorizadas. No entanto, apenas os dados mais relevantes foram discutidos neste texto.

Antes de iniciar a entrevista, acontecia uma conversa informal com cada professor, com o intuito de diminuir o nervosismo que a própria situação gerava. No decorrer da entrevista, procurou-se assumir uma postura de interesse, atenção e compreensão pelas respostas do educador, permitindo que ele se sentisse à vontade para responder e falar livremente sobre os seus pontos de vista.

4.4.2 Coleta de dados com os discentes

O questionário foi elaborado conforme algumas questões consideradas importantes para aquilo que se pretendia levantar, sendo dividido em duas partes. As questões da primeira parte são de ordem pessoal, que abordam o perfil pessoal e familiar dos alunos, possibilitando traçar um perfil socioeconômico e cultural dos alunos, o que, de certo modo, colaborou para a contextualização dos participantes da pesquisa, com informações que, direta ou indiretamente, exercem influência sobre as respostas da segunda parte do questionário em que aqueles (os alunos) são convocados a se posicionarem e expressarem certo senso crítico sobre situações em que lhe são pedidos juízo de valor. No entanto, não houve qualquer interesse por parte da investigação em relacionar todos os dados da primeira parte com a segunda parte do questionário.

A coleta de dados ocorreu em duas ocasiões, utilizando-se o questionário: em maio de 2018 (Apêndice B) contendo nove questões abertas e em dezembro de 2019 (Apêndice C), contendo cinco questões abertas e fechadas.

Na primeira ocasião, coletaram-se dados referentes ao conhecimento prévios dos alunos acerca da genética. Já na segunda ocasião, a coleta de dados orientou-se com base em temas relacionados à bioética.

4.5 Planejamento e estruturação da proposta didática

Pensou-se no planejamento e a estruturação da proposta didática mediante os resultados encontrados na coleta de dados por meio do questionário discente e o roteiro de entrevista com docentes.

Recomenda-se aos professores a atividade com “casos” com os alunos, à luz da Aprendizagem Baseada em Problemas (*PBL-Problem-Based Learning*), cuja abordagem de ensino permite que os aprendizes questionem, busquem soluções e posicionamentos sobre alguns problemas colocados (Apêndice D).

A metodologia chamada de Aprendizagem Baseada em Problemas despontou, no final dos anos 60, na *McMaster University Medical School*, no Canadá, influenciado no método de estudos de caso da escola de Direito da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos (SCHMIDT, 1993). O PBL foi sendo reconhecido como uma abordagem que gera benefícios, com um grande impacto sobre o pensamento e a prática na educação científica, ganhando ênfase em outras áreas, como direito, economia, engenharia, enfermagem, serviço social e negócios (STANLEY; MARSDEN, 2012).

Nessa direção, os “casos” são relevantes para suscitar a reflexão e o debate em torno de algumas das implicações éticas de avanços científicos na área da genética. Temas que permeiam a sociedade, como a engenharia genética, análise do genoma humano, terapia gênica, eugenia e clonagem são aspectos que podem levar os estudantes à reflexão, discussão e avaliação crítica quanto às potencialidades e as limitações dos temas.

Com base nos resultados obtidos no questionário utilizado com discentes em 2018 e 2019, fez-se a busca por notícias em sites de jornais e revistas de circulação nacional, entre janeiro de 2018 e março de 2020, cujos relatos versassem sobre temas polêmicos no âmbito da genética (Quadro 9).

Em geral as notícias foram adaptadas e incluíram a leitura e a discussão das informações em tom dialógico com os estudantes. As reportagens foram retiradas dos jornais *online* Super Interessante, Globo.com, Nexo, BBC News, Congresso em Foco e UOL.

Devido aos diversos assuntos que envolvem o campo da bioética no âmbito da genética, as notícias foram selecionadas de acordo com os conteúdos presentes no currículo escolar.

Organizou-se as reportagens que abordassem a genética e a biotecnologia, dando ênfase aos seguintes assuntos: recombinação gênica, manipulação do genoma humano, transgênicos, uso de células-tronco embrionárias e clonagem.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)

Com base nos pressupostos sobre Currículo de Biologia, no recorte da bioética no ensino de Genética, o presente capítulo objetivou analisar os documentos orientadores nacionais (PCNEM, PCN+EM e BNCCEM) que balizam o ensino de Biologia brasileiro, a fim de detectar e discutir as perspectivas de currículo e as ideias sobre bioética e o seu ensino no campo da Genética, presentes neles. A aplicação desses manuscritos como espaço para uma discussão implica utilizá-los como ponto de partida para estudos sistematizados acerca das possíveis direções para o ensino de Biologia.

O presente estudo se caracteriza como uma pesquisa com abordagem qualitativa por evidenciar prioridade na profundidade dos dados em contraposição à quantidade. Bogdan e Biklen (1994) apresentam cinco características básicas que configuram esse tipo de investigação: a) tem como fonte direta de dados o ambiente natural tendo o investigador como instrumento principal; b) é descritiva; c) há um interesse maior pelo processo em detrimento aos resultados ou produtos; d) geralmente os dados são analisados de forma indutiva; e) o significado é de extrema importância.

Como instrumento metodológico empregou-se a análise documental. Lüdke e André (2017) assinalam que essa técnica é valiosa na abordagem qualitativa, tanto no desvelar de aspectos novos de um tema ou um problema quanto para complementar outras técnicas na pesquisa.

São apontados como documentos “quaisquer materiais que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano” (PHILLIPS, 1974, p. 187). Lüdke e André (2017) afirmam que os documentos representam uma poderosa fonte na qual podem ser extraídas evidências que fundamentem declarações e afirmações do pesquisador. Ainda segundo as autoras, as obras surgem num determinado contexto e fornecem informações acerca desse mesmo contexto.

Para o recorte da presente pesquisa, utilizaram-se como documentos de análise os documentos orientadores nacionais (PCNEM, PCN+EM e BNCCEM). A escolha para investigação dos referidos documentos se justifica por entender que representam a base legal para a construção dos currículos presentes nas escolas, partindo desses documentos para o contexto atual.

As informações gerais dos documentos se encontram organizados no quadro a seguir (Quadro 2).

Quadro 2 – informações gerais referentes aos documentos analisados

Título do Documento	Ano	Sigla	Instância	Cidade	Governo	Número de páginas
Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio – Parte III (Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias)	2000	PCNEM	SEB/MEC	Brasília	Fernando Henrique Cardoso	58
Parâmetros Curriculares Nacionais Mais (Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias)	2002	PCN+EM	SEB/MEC	Brasília	Fernando Henrique Cardoso	141
Base Nacional Comum Curricular Ensino Médio (Ciências da Natureza e Suas Tecnologias)	2018	BNCCEM	SEB/ MEC	Brasília	Michel Temer	134

Fonte: elaborada pela autora (2020).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) representam um documento oficial, tendo como principal papel o de “difundir os princípios da reforma curricular do Ensino Médio e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias” (BRASIL, 2000, p. 4).

Os PCNEM surgiram da necessidade de reestruturação do currículo do Ensino Médio, a qual teve seu início com a elaboração da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 (BRASIL, 1996). Alicerçado nessa nova lei, o Ensino Médio passaria a ter não apenas um caráter de formação profissional e pré-universitária, como também um comprometimento com a formação humana do aprendiz, tendo como princípios a educação para a cidadania, formação ética e desenvolvimento do pensamento crítico.

O documento está dividido em três volumes, os quais obedecem a divisão proposta pelos PCNEM para o Ensino Médio, isto é, em três áreas de conhecimento, sendo estas as Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, Ciências Humanas e suas tecnologias e Linguagens Códigos e suas tecnologias.

Longhini (2012) assegura que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio não repercutiram no espaço escolar e, portanto, em 2002, a Secretaria de Educação Média e Tecnológica publicou os Parâmetros Curriculares + Ensino Médio. Os Parâmetros Curriculares + Ensino Médio (PCN+), juntamente aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) estabeleceram formas de pensar e organizar o currículo do Ensino Médio brasileiro.

O desenvolvimento da genética e da biologia molecular, das tecnologias de manipulação do DNA e de clonagem traz à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamando à reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (BRASIL, 2000, p. 14).

Coadunando com os PCNEM, os PCN+ validam tal ideia quando diz que:

(...) em termos gerais, a contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo (BRASIL, 2002, p. 15).

Para atender as propostas da nova LDB, os PCNEM salientam a importância de uma formação que inclua os estudantes no universo da vida contemporânea e ter em vista a velocidade com que as mudanças no campo do conhecimento ocorrem, particularmente, no que concerne às áreas de ciência e tecnologia.

De modo adicional aos PCNEM, o Ministério da Educação publicou, no mesmo ano, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ Ensino Médio). “Sem pretensão normativa, e de forma

complementar aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), as orientações educacionais (...) têm em vista a escola em sua totalidade” (...) afirma o manuscrito (BRASIL, 2002).

O documento que integra os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM) é formado pela parte III da obra e é composto por 58 páginas. O manuscrito analisado foi a parte III, intitulada “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”.

A proposta é dividida em: “o sentido do aprendizado na área”, “competências e habilidades”, “rumos e desafios” e finaliza com a bibliografia. Durante a leitura flutuante, foram encontrados os seguintes descritores: aspectos éticos, ética nas relações entre seres humanos, responsabilidade ética, avaliações de natureza ética, ética nos procedimentos, processos éticos, limites éticos e morais.

Em “Conhecimentos de Biologia”, foi encontrado o descritor “aspectos éticos”, nas páginas 14 e 19, evidenciando que a reflexão e o debate em ambiente escolar, sobre questões éticas envolvidas para produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, faz parte de uma necessidade da sociedade:

(...) são necessárias noções de probabilidade, análise combinatória e bioquímica para dar significado às leis da hereditariedade, o que demanda o estabelecimento de relações de conceitos aprendidos em outras disciplinas. De posse desses conhecimentos, é possível ao aluno relacioná-los às tecnologias de clonagem, engenharia genética e outras ligadas à manipulação do DNA, proceder a análise desses fazeres humanos identificando aspectos éticos, morais, políticos e econômicos envolvidos na produção científica e tecnológica, bem como na sua utilização; o aluno se transporta de um cenário meramente científico para um contexto em que estão envolvidos vários aspectos da vida humana. É um momento bastante propício ao trabalho com a superação de posturas que, por omitir a real complexidade das questões, induz a julgamentos simplistas e, não raro, preconceituosos (BRASIL, 2000, p. 19).

Um fragmento com o descritor “ética nas relações entre os seres humanos” aparece, também, incluso em “Conhecimentos de Biologia” revelando a importância da discussão acerca das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade:

(...) questões relativas à valorização da vida em sua diversidade, à ética nas relações entre seres humanos, entre eles e seu meio e o planeta, ao desenvolvimento tecnológico e sua relação com a qualidade de vida, marcam fortemente nosso tempo, pondo em discussão os valores envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico (BRASIL, 2000, p. 15).

O descritor responsabilidade ética está incluído em “Conhecimentos de Física”, fora do contexto biológico, mas não menos importante, salientando o caráter crítico da reflexão, permitindo analisá-lo sempre que necessário, como sugere o fragmento:

(...) essa percepção do saber físico como construção humana constitui-se condição necessária, mesmo que não suficiente, para que se promova a consciência de uma responsabilidade social e ética. Nesse sentido, deve ser considerado o desenvolvimento da capacidade de se preocupar com o todo social e com a cidadania (BRASIL, 2000, p. 27).

Já em “Conhecimentos de Química” são encontrados os descritores processos éticos e avaliações de natureza ética. A respeito do primeiro descritor, o documento declara que “a ciência deve ser percebida como uma criação do intelecto humano e, como qualquer atividade humana, também submetida a avaliações de natureza ética” (BRASIL, 2000, p.32). Enquanto sobre o segundo, o texto advoga que:

(...) é óbvio que o mundo físico é um sistema global complexo, formado por subsistemas que, interagindo e se relacionando, interferem nos processos sociais, econômicos, políticos, científicos, tecnológicos, éticos e culturais. O conhecimento especializado, o conhecimento químico isolado, é necessário, mas não suficiente para o entendimento do mundo físico, pois não é capaz de estabelecer explícita e constantemente, por si só, as interações com outros subsistemas. Isso é verdade não só na Química (BRASIL, 2000, p. 32).

O descritor “limites éticos e morais” também está inserido em “Conhecimentos de Química”, em dois fragmentos. De acordo com Scheid (2011), as escolas devem assumir o papel de desenvolver abordagens de temas controversos em ciências e devem permitir aos alunos uma formação consistente e uma ampla informação, fornecendo-lhes fundamentos éticos, critérios e princípios, ajudando-os, assim, a ter condições de exercer integralmente sua cidadania:

(...) para leitura do mundo, é preciso que se desenvolvam também habilidades e competências de identificar fontes de informação e de formas de obter informações relevantes em Química, sabendo interpretá-las não só nos seus aspectos químicos, mas considerando também as implicações sócio-políticas, culturais e econômicas. Para dar conta de tais interpretações, são necessárias competências e habilidades de reconhecer os limites éticos e morais do conhecimento científico, tecnológico e das suas relações.

Para se compreender (...) a interação do ser humano com a atmosfera do ponto de vista da Química, é preciso que se entenda como a atmosfera se formou e permitiu a manutenção de vida na Terra, bem como se tornou

fonte de materiais úteis à sobrevivência humana. Esses conhecimentos exigem (...) competências e habilidades de reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, reconhecer as relações entre desenvolvimento científico e tecnológico (...) e de reconhecer limites éticos e morais envolvidos no desenvolvimento da Química (...) (BRASIL, 2000, p. 34-35).

O descritor aspectos éticos retorna, mas em “Conhecimento de Química” e relacionado à interpretação das informações de situações problemáticas a fim de resolver ou atenuar os problemas já que, anteriormente, ele aparece em “Conhecimentos de Biologia”, como descrito abaixo:

(...) o mundo atual exige mais do que a interpretação das informações. Exige também competências e habilidades ligadas ao uso dessas interpretações nos processos investigativos de situações problemáticas, objetivando resolver ou minimizar tais problemas. Não é suficiente para a formação da cidadania o conhecimento de fatos químicos e suas interpretações [...]. Esses conhecimentos contribuem, mas não são suficientes para que se entenda e se tenha uma postura com relação a tal problemática. É necessário, ainda, que se analisem os aspectos socioeconômicos e éticos envolvidos (BRASIL, 2000, p. 35).

Adiante, o descritor “limites éticos e morais” aparece, mais uma vez, agora em “Competências e Habilidades a serem desenvolvidas em Química”, o documento preconiza que o aluno deve “reconhecer os limites éticos e morais que podem estar envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia”. (BRASIL, 2000, p. 39).

A seguir, em “Rumos e Desafios”, fragmento com o descritor ética nos procedimentos é encontrado. Desse modo, a obra sinaliza que a escola, enquanto instituição tem a responsabilidade de formar indivíduos capazes de refletir sobre suas ações e promover uma autonomia na constituição de valores.

Quando a escola promove uma condição de aprendizado em que há entusiasmo nos fazeres, paixão nos desafios, cooperação entre os partícipes, ética nos procedimentos, está construindo a cidadania em sua prática, dando as condições para a formação dos valores humanos fundamentais, que são centrais entre os objetivos da educação (BRASIL, 2000, p. 55).

Após a leitura do documento, pode-se destacar que foram encontrados, apenas, três descritores correlacionados com ética no âmbito da Biologia, enquanto há seis termos na área da Química. Ainda que o documento aponte alguns objetivos e diretrizes que podem contribuir para se instituir conexão entre a ética e o ensino científico, deve-se haver condições para que os educadores possam trabalhar de modo cooperativo e interdisciplinar (FISCHER *et al.*, 2020).

5.2 Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio (PCN+)

O documento apresenta 141 páginas e a estrutura organizacional é dividida em: a reformulação do Ensino Médio e as áreas do conhecimento; as Ciências da Natureza e a Matemática; Biologia; Física; Química; Matemática; o ensino articulado das ciências e sua avaliação; formação profissional permanente dos professores. A respeito da disciplina de Biologia, existem as subdivisões: as competências em Biologia; temas estruturadores do ensino de Biologia; organização do trabalho escolar; estratégias para a ação.

No decorrer da leitura flutuante, foram encontrados os seguintes descritores: ética, questões éticas, ética e cidadania, discussão ética, procedimentos éticos, caráter ético, debate ético, implicações éticas, relação entre ética e ciência, valores éticos, ponto de vista ético e posturas éticas.

Na página 13, inserido na seção “Novas orientações para o ensino”, aparece o descritor valores éticos:

(...) o aprendizado é conduzido de forma que os saberes disciplinares, com suas nomenclaturas específicas, não se separam do domínio das linguagens de utilidade mais geral, assim como os saberes práticos, como equacionar e resolver problemas reais, não se apartam de aspectos gerais e abstratos, de valores éticos e estéticos, ou seja, estão também associados a visões de mundo (BRASIL, 2002, p. 13).

Incluso em “Caracterização da área de conhecimento”, encontra-se o descritor questões éticas:

(...) na elaboração do programa de ensino de cada uma das quatro disciplinas, está se levando em conta o fato de que elas incorporam e compartilham, de forma explícita e integrada, conteúdos de disciplinas afins (...). Da mesma forma, aspectos biológicos, físicos, químicos e matemáticos, presentes nas questões [...] éticas das relações interpessoais e do sistema produtivo e dos serviços, serão tratados como contexto em que se desenvolve o conhecimento científico, e não em separado, como apêndices ou aplicações de uma ciência básica (BRASIL, 2002, p. 24).

O descritor caráter ético desponta na seção “As ciências da natureza e a Matemática”, no quadro de “Contextualização sócio-cultural”, na parte de “ciência e

tecnologia, ética e cidadania” inserido no item “A contextualização no ensino das ciências”, a título de exemplo, com a seguinte redação: “reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania”. (BRASIL, 2002, p. 32). Esse trecho diz respeito a uma das competências gerais estabelecidas pelos PCNEM.

Mais adiante, o descritor supracitado é encontrado, com o mesmo fragmento, em vários momentos, ao longo do documento, no que se refere a uma possível correspondência para as competências nas áreas de Biologia, Física, Química e Matemática, nas respectivas páginas: 40, 68, 93 e 118.

Discussão ética é o descritor que aparece na seção “Biologia”. A proposta tem como ferramenta de ensino, a mídia. A inserção de notícias midiáticas, em sala de aula, é importante visto que a maioria das pessoas tem sua formação crítica a partir de algo que leu ou ouviu na mídia. Nesse cenário, os estudantes devem começar a formar sua visão crítica a respeito do que leem ou do que veem, no contexto escolar.

Como notícia política, como notícia econômica, como parte de uma discussão ética, assuntos biológicos cruzam os muros acadêmicos e são discutidos em jornais e revistas de grande circulação ou em programas de entretenimento veiculados pela tevê ou pelo rádio (BRASIL, 2002, p. 33).

O descritor implicações éticas aparece em dois fragmentos no decorrer do documento. Está incluído em “Temas estruturadores do ensino de Biologia”, no item 5 “Transmissão da vida, ética e manipulação gênica” e no item “Organização do tratado escolar”, na seção da “Biologia”, respectivamente:

(...) neste tema são tratados os fundamentos da hereditariedade com destaque para a transmissão dos caracteres humanos. A compreensão desses fundamentos é essencial para que os alunos possam conhecer e avaliar o significado das aplicações que têm sido feitas dos conhecimentos genéticos no diagnóstico e tratamento de doenças, na identificação de paternidade ou de indivíduos, em investigações criminais, ou após acidentes. Além disso, tais conhecimentos permitem que os alunos sejam introduzidos no debate das implicações éticas, morais, políticas e econômicas das manipulações genéticas, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a humanidade e o planeta (BRASIL, 2002, p. 49). No primeiro semestre da terceira série, as características hereditárias e como são transmitidas, a biotecnologia, as aplicações da engenharia genética e as implicações éticas, legais e sociais colocariam os alunos que terminam o Ensino Médio frente aos grandes temas contemporâneos, trazendo à tona os preconceitos e os tabus e fornecendo-lhes ferramentas para o desenvolvimento de juízos de valor e posicionamento crítico nos assuntos polêmicos da sociedade atual (BRASIL, 2002, p. 53).

Em “Temas estruturadores do ensino de Biologia”, a respeito do tema 3 “Identidade dos seres vivos”, encontra-se o descritor debate ético:

(...) nesse tema, são abordadas as características que identificam os sistemas vivos e os distinguem dos sistemas inanimados, entre as quais o fato de que todas as atividades vitais ocorrem no interior de células e são controladas por um programa genético. São conteúdos que permitem aos alunos [...] se familiarizem com o debate ético e ecológico a elas associados e, nesse caso, contribuem para o desenvolvimento de competências de avaliar os riscos e os benefícios dessas manipulações à saúde humana e ao meio ambiente e de se posicionar diante dessas questões (BRASIL, 2002, p. 46).

O descritor procedimentos éticos e implicações éticas também são encontrados em “Temas estruturadores do ensino de Biologia”, mas, no tema 5, “Transmissão da vida, ética e manipulação gênica”. Sobre o último, o texto expõe a importância dos conhecimentos estruturadores para que discussões acerca das questões éticas sejam abordadas:

(...) neste tema são tratados os fundamentos da hereditariedade com destaque para a transmissão dos caracteres humanos (...) tais conhecimentos permitem que os alunos sejam introduzidos no debate das implicações éticas, morais, políticas e econômicas das manipulações genéticas, analisando-as e avaliando os riscos e benefícios para a humanidade e o planeta (BRASIL, 2002, p. 49).

Em “Competências em Biologia”, no quadro de “Ciência e Tecnologia”, na parte de “Contextualização sócio-cultural”, com vistas à Biologia, encontra-se um tópico com o descritor procedimentos éticos:

(...) reconhecer a importância dos procedimentos éticos na aplicação das novas tecnologias para o diagnóstico precoce de doenças e do uso dessa informação para promover a saúde do ser humano sem ferir a sua privacidade e dignidade (BRASIL, 2002, p. 40).

Mais adiante, um trecho presente em “Estratégias para a ação”, no tópico “Estratégias para abordagem dos temas”, com o descritor posturas éticas, aparece em “Seminários”. Este é uma das ferramentas didáticas elencadas pelo documento para propiciar a instalação de uma relação dialógica no cenário escolar para o ensino da Biologia:

(...) uma dificuldade que os alunos geralmente apresentam é a de se expressarem de maneira coerente e inteligível. Uma estratégia para trabalhar esse tipo de dificuldade é o desenvolvimento de alguns temas na forma de seminário (...) a proposição de um seminário (...) dá oportunidade

aos alunos para (...) organizar as suas ideias, realizar julgamentos críticos e exercitar posturas éticas (...) (BRASIL, 2002, p. 57).

Uma passagem com o descritor ponto de vista ético, presente na seção “As competências em Química”, no quadro “Contextualização sócio-cultural”, na parte de “Ciência e tecnologia, ética e cidadania”, preconiza:

(...) compreender e avaliar a ciência e tecnologia química sob o ponto de vista ético para exercer a cidadania com responsabilidade, integridade e respeito; por exemplo, no debate sobre fontes de energia, julgar implicações de ordem econômica, social, ambiental, ao lado de argumentos científicos para tomar decisões a respeito de atitudes e comportamentos individuais e coletivos (BRASIL, 2002, p. 93).

Após o término da leitura dos Parâmetros Curriculares Nacionais, fica nítida a diferença entre o que é proposto no PCNEM e no PCN+. A quantidade de informações e a preocupação com aspectos éticos é maior no PCN+. Termos relativos à ética estão presentes com mais frequência na área de conhecimento de química, no PCNEM, enquanto no PCN+ são detectados vocábulos alusivos à ética no ramo da Biologia.

Bizzo (2004) sustenta que os PCNEM tratam, com persistência, da conexão das disciplinas e áreas de conhecimento. A delimitação do campo da Biologia aparece, de maneira branda e hesitante, com afirmações simplistas e com várias contradições. O texto sobre conhecimentos de Biologia nos PCNEM procura mostrar sugestões para uma abordagem que associa teoria e prática. Porém, os professores de Biologia encontram pouca ou nenhuma contribuição para cuidar da aprendizagem de seus estudantes.

Sobre os PCN+, Bizzo (2004) argumenta que a parte inerente à Biologia representa um “manual metodológico”, no qual os educadores podem encontrar inúmeras propostas de como organizar suas aulas.

No âmbito do ensino de genética, os PCN + sugerem que esse assunto seja ensinado de modo que permita que os estudantes descrevam a estrutura e as características da molécula de DNA, associando-as à transmissão das características hereditárias e ao entendimento da relação entre as mutações, mudanças no código genético e suas consequências acerca da diversidade da vida no planeta.

Além disso, é salientada a importância do conhecimento acerca das tecnologias de manipulação do DNA, questões bioéticas, morais, políticas e

econômicas, bem como as vantagens dessas tecnologias e os possíveis riscos sobre a saúde de pessoas e do meio ambiente. Segundo os PCN+, ainda, o ensino de genética não deve se limitar à familiarização dos alunos com conteúdos próprios dessa ciência e seus métodos experimentais, mas sim deve instrumentalizar uma formação crítica que auxilie o julgamento de questões que envolvam preconceitos e discriminações raciais e o posicionamento diante de temas polêmicos relacionados ao seu futuro (BRASIL, 2002).

Ao final, os PCN+ apresentam propostas a respeito da organização dos temas e dos conteúdos nos três anos que formam o Ensino Médio assim como estratégias metodológicas para facilitar o ensino de genética e de outros temas em Biologia. Entre essas estratégias, há propostas com abordagens lúdicas, como jogos e brincadeiras, seminários, debates e simulações, para se estimularem discussões sobre temas polêmicos e experimentações e construções de modelos para favorecer a aprendizagem de temas abstratos.

5.3 Análise da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCCEM)

O documento apresenta 595 páginas e está estruturado de modo a explicitar as competências que devem ser desenvolvidas ao longo de toda a educação básica e em cada etapa da escolaridade, educação infantil, ensino fundamental e ensino médio. Explicita como as aprendizagens estão organizadas em cada uma dessas etapas e a composição dos códigos alfanuméricos criados para identificar tais aprendizagens.

Na etapa do Ensino Médio, os autores do documento BNCC citam que:

para formar (...) jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. O mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos políticos, sociais, produtivos, ambientais e culturais, de modo que se sintam estimulados a equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores — e que se refletem nos contextos atuais —, abrindo-se criativamente para o novo (BRASIL, 2018, p. 463).

No Brasil, o Ensino Médio, além de ser a etapa final da educação básica, é, também, um direito de todo indivíduo. Todavia, o segmento representa um gargalo na garantia do direito à educação, seja pelo desempenho insuficiente dos estudantes no ensino fundamental, pelo excesso de componentes curriculares ou pela distância das escolas entre a cultura juvenil e o mundo do trabalho. Por isso, como pressupõe a BNCC, é essencial buscar a universalização do ensino.

O documento apresenta quatro áreas de conhecimento a saber: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. As disciplinas de Português e Matemática serão obrigatórias nos três anos do Ensino Médio. Os outros conhecimentos podem ser distribuídos ao longo dos três anos — com a possibilidade, por exemplo, de se concentrarem num único ano.

Diferentemente dos PCNEM e dos PCN+, considerados como parâmetros para a organização do currículo escolar; a BNCC se coloca como um documento de caráter normativo, isto é, as escolas da educação básica têm de seguir seus objetivos e pressupostos. Considerando-se que esse documento foi homologado após três versões, faz-se necessária breve linha do tempo, para que se possa investigar em que contexto o documento sofreu suas modificações. Franco e Munford (2018) apontam que:

(...) o texto da BNCC foi produzido em um contexto complexo no qual, diversos eventos e estratégias articulam-se: o golpe institucional contra a presidenta Dilma Rousseff; as tentativas de rápidas mudanças em legislações relacionadas à educação e a outras esferas sociais, como do trabalho e previdência social; as pressões do movimento “Escola Sem Partido”; o claro afastamento de especialistas ao longo do processo de elaboração da BNCC; as pressões de setores do governo Temer, para que a Base seja legitimada pelo Congresso Nacional, ao invés do CNE (FRANCO; MUNFORD, 2018, p. 4).

O documento BNCC, que contém 595 páginas, disponível no site do MEC, será utilizado, em relação aos trechos que tratam do Ensino Médio, para a análise deste trabalho.

No que se refere ao fragmento acerca da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio, ela contém 134 páginas e sua organização estrutural é: área de Linguagens e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias no ensino, Língua Portuguesa no Ensino Médio: campos de atuação social, competências específicas e habilidades, a área de Matemática e suas Tecnologias, Matemática e suas

Tecnologias no Ensino Médio: competências específicas e habilidades, área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio: competências específicas e habilidades, área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e, por fim, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas ao Ensino Médio: competências específicas e habilidades.

Existe na BNCC uma organização para o Ensino Médio chamada “itinerário formativo”, cuja área do conhecimento abrange as temáticas das ciências naturais (Física, Química e Biologia). De acordo com os elaboradores do documento, essa nova estrutura do Ensino Médio preconiza o aprofundamento acadêmico em uma ou mais áreas do conhecimento e a formação técnica e profissional.

Os idealizadores defendem que tal organização “adota a flexibilidade (...) o que permite a construção de currículos e propostas pedagógicas que atendam (...) às especificidades locais (...) estimulando o exercício do protagonismo juvenil” (BRASIL, 2018, p. 468).

Assim, cada área do conhecimento indica “competências específicas da área”, cujo desenvolvimento deve ser propiciado ao longo dessa etapa, tanto na esfera da BNCC como dos “itinerários formativos” das diversas áreas. Ainda de acordo com o documento, as competências específicas para o Ensino Médio devem ser adequadas à compreensão das especificidades de formação dos alunos dessa etapa (BRASIL, 2018).

O documento se divide em competências e habilidades que o estudante deve desenvolver ao longo de toda a educação básica. Ao longo do documento, é salientada, várias vezes, a intenção da base em formar sujeitos nas dimensões físicas, cognitivas e socioemocionais. Além disso, ela expressa que, para assegurar o desenvolvimento de “competências específicas” para cada área do conhecimento, é preciso de um conjunto de habilidades, que são entendidas como conteúdos para serem desenvolvidas ao longo de cada etapa. Nesse sentido, a BNCC descreve as habilidades como os conteúdos essenciais assegurados no âmbito da BNCC para todos os alunos do Ensino Médio.

Segundo o manuscrito, as competências devem ser trabalhadas de forma integrada, uma vez que se relacionam de diversas maneiras, e seu desenvolvimento deve ser articulado com as habilidades dos componentes curriculares (BRASIL, 2018).

O objeto de pesquisa dessa tese se limita à BNCC do Ensino Médio no âmbito de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Anexadas em “área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias”, encontram-se as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio e o subtítulo denominado “Ciências da Natureza e Suas Tecnologias no Ensino Médio: competências específicas e habilidades”.

No decorrer da leitura flutuante, foram encontrados os seguintes descritores: estilos de vida éticos, formação ética, princípios da ética, decisões éticas, avaliar com ética e implicações éticas. Os primeiros achados, com o uso dos descritores no documento, foi estilos de vida éticos e decisões éticas utilizados durante a introdução do subtítulo “as juventudes e o Ensino Médio”, em que se encontram dois fragmentos:

(...) que garanta aos estudantes ser protagonistas de seu próprio processo de escolarização, reconhecendo-os como interlocutores legítimos sobre currículo, ensino e aprendizagem. Significa, nesse sentido, assegurar-lhes uma formação que (...) concerne (...) escolhas de estilos de vida saudáveis, sustentáveis e éticos.

Para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas (BRASIL, 2018, p. 463).

Mais adiante, na página 464, encontra-se um trecho no subtítulo “as finalidades do Ensino Médio” com o descritor “formação ética”, no qual a obra orienta-se nas finalidades do Ensino Médio, dentre elas “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (BRASIL, 2018, p. 464).

Posteriormente, ainda na seção “as finalidades do Ensino Médio”, encontram-se os descritores formação ética e sociedade ética no mesmo trecho.

Nessa mesma direção, é também finalidade do Ensino Médio o aprimoramento do educando como pessoa humana, considerando sua formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. Tendo em vista a construção de uma sociedade mais justa, ética, democrática, inclusiva, sustentável e solidária (...) (BRASIL, 2018, p. 466).

Já o termo postura ética, ainda na página 466, aparece no fragmento cuja sugestão é que a escola deve se estruturar para o desenvolvimento de

competências que possibilitem aos jovens inserir-se, de forma eficaz, no mundo do trabalho de maneira a:

(...) prever o suporte aos jovens para que reconheçam suas potencialidades e vocações, identifiquem perspectivas e possibilidades, construam aspirações e metas de formação e inserção profissional presentes e/ou futuras, e desenvolvam uma postura empreendedora, ética e responsável para transitar no mundo do trabalho e na sociedade em geral (BRASIL, 2018, p. 466).

Adiante, em “a progressão das aprendizagens essenciais do ensino fundamental para o Ensino Médio”, o descritor princípio da ética surge em uma fração em que a publicação fala sobre os objetivos das competências específicas e habilidades definidas para o Ensino Médio:

(...) o conjunto das competências específicas e habilidades definidas para o Ensino Médio concorre para o desenvolvimento das competências gerais da educação básica e está articulado às aprendizagens essenciais estabelecidas para o ensino fundamental. Com o objetivo de consolidar, aprofundar e ampliar a formação integral, atende às finalidades dessa etapa e contribui para que os estudantes possam construir e realizar seu projeto de vida, em consonância com os princípios da justiça, da ética e da cidadania (BRASIL, 2018, p. 471).

Na sequência, o descritor “atitude ética” desponta, mas, em “as tecnologias digitais e a computação”, relacionado à aprendizagem voltada para a conscientização por meio das tecnologias digitais:

(...) cultura digital: envolve aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica (BRASIL, 2018, p. 474).

Em “competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio: competências específicas e habilidades”, ocorre a expressão “decisões éticas”, cujo trecho aparece duas vezes, a segunda aparição está relacionada às habilidades a serem alcançada nessa etapa. Esse fragmento aborda o desenvolvimento da análise e interpretação acerca da dinâmica da vida, da Terra e do cosmos, com a seguinte composição:

(...) 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 (BRASIL, 2018, p. 553, 556).

A seguir, encontram-se, ainda, expressões em “ciências da natureza e suas tecnologias no Ensino Médio: competências específicas e habilidades”. Na página 558, estão as palavras-chave “avaliar com ética” e “implicações éticas.” O primeiro trecho defende a avaliação ética e responsável relativa aos conhecimentos adquiridos por meio de diversas fontes no que se refere aos conhecimentos científicos. Enquanto a segunda parte pontua a importância do debate no tocante a temas polêmicos na genética:

(...) 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 lhes permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade.

(...) 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, sejam elas locais ou globais, e suas implicações éticas, morais, culturais, sociais, políticas e econômicas, e sobre seus riscos e benefícios para o desenvolvimento sustentável e a preservação da vida no planeta (BRASIL, 2018, p. 558).

Por fim, o descritor “argumentos éticos”, apresentado no fragmento do documento, inserido em uma das habilidades a serem desenvolvidas, na “competência específica 3” em “ciências da natureza e suas tecnologias no Ensino Médio: competências específicas e habilidades”, na área “ciências da natureza e suas tecnologias: Ensino Médio”, defende que o jovem deve ser preparado para discutir questões polêmicas no âmbito da engenharia genética:

(...) 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 (BRASIL, 2018, p. 559).

Logo abaixo do trecho supratranscrito, encontra-se um que não apresenta nenhum dos descritores acima citados, contudo, durante a leitura flutuante, chamou a atenção devido ao uso indevido dos conhecimentos científicos, pois o progresso

da ciência abriu possibilidades imprevistas para a investigação, mas levanta desafios éticos e morais, carecendo de debates (VIEIRA, 2006):

(...) investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das ciências da natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade (BRASIL, 2018, p. 559).

Após a pesquisa da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCCEM), pode-se inferir que há poucos fragmentos em que aspectos éticos, relativos à genética, são previstos neste. Embora a BNCC coloque-se como balizadora do direito “à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (BRASIL, 2018), vários pesquisadores (AZEVEDO, 2015; FERREIRA, 2015; KLEIN; FRÖHLICH; KONRATH, 2016; dentre outros) e organizações (SBPC, 2018), assim como a Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação (ANPED) por meio do Grupo de Trabalho têm se manifestado por meio de notas públicas, contrárias ao documento.

Em uma carta para manifestar a inquietação com a BNCCEM, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC, 2018) publicou várias críticas. Dentre as desaprovações, o documento pontua:

- a) a obrigatoriedade de as escolas ofertarem, apenas, os componentes Português e Matemática, diminuído, assim, o “custo do ensino e resolve o problema da falta de professores” em outras áreas, “principalmente a de ciências naturais, nas quais há deficiência de professores”;
- b) a formação de professores, pois o documento “sugere como conteúdo das cinco áreas, não é possível reconhecer nenhum componente curricular tradicional” uma exigência em que a “BNCC é radical, pois todos os temas são trabalhados interdisciplinarmente”;
- c) no cenário atual, “as competências e habilidades previstas na BNCC já nasceram mortas, justamente por não se adequarem ao sistema fortemente disciplinar do Ensino Médio”.

Embora a interdisciplinaridade seja um fator de extrema importância para superar a fragmentação dos conteúdos e dos currículos no ambiente escolar e na compreensão intelectual e do pensamento crítico” (BRASIL, 1996), este processo é dificultado pela organização escolar em disciplinas, o que causa isolamento e falta de comunicação profissional entre os diferentes educadores especialistas, além de a

formação inicial desses professores não fornecer preparação adequada para abordar os conteúdos de forma interdisciplinar.

Assim, deve haver base sólida das disciplinas que formam o currículo para a faixa etária em que estão os estudantes de Ensino Médio, pois é o momento em que as disciplinas se configuram em toda a sua plenitude (SBPC, 2018).

A Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio propõe que é preciso passar por adequações em cada região brasileira com o propósito de contemplar as características dos estudantes e seus contextos.

Os resultados mostram que a abordagem pedagógica, proposta pela BNCCEM, sobre o tema bioética, no campo da genética, comparando-se com as orientações presentes nos documentos norteadores da Educação Básica anteriores, como os PCNEM e os PCN+, foi reduzida.

Embora algumas pesquisas indiquem que, desde a promulgação dos documentos oficiais, não houve mudanças relevantes do ensino na escola, que pouco se consolidou nas salas de aula e na formação dos professores para garantir de fato o ensino e a aprendizagem (KRASILCHIK, 2000; RICARDO; ZYLBERSZTAJN, 2007; RICARDO; ZYLBERSZTAJN, 2008), pode-se inferir que na BNCCEM persiste a presença de uma prática que ainda diverge da teoria, evidenciando as dificuldades na apropriação do conhecimento esperado sobre o tema Bioética, bem como as condições necessárias para efetivar-se.

Na perspectiva de Paulo Freire, a capacitação das pessoas “em torno de saberes instrumentais jamais pode prescindir de sua formação ética” (FREIRE, 2018, p. 55). Portanto, o compromisso ético não pode ser apático e sim uma inserção na realidade e sua respectiva reflexão crítica.

Nessa realidade, torna-se um desafio para os professores promover a dialogicidade e a interação comunicativa, como preconizadas por Freire e Habermas, para se debater e refletir sobre os conteúdos que abarcam a bioética no âmbito da genética, tendo em vista a diminuição de ferramentas que ajudem o aluno a refletir sobre o tema.

5.4 Análise das abordagens bioéticas em livros didáticos de Biologia

No Quadro 3 (conforme os dados apresentados no Quadro 1), pode-se observar o número de unidades e de capítulos em que as obras analisadas são divididas, o número total de páginas e o total de páginas dedicadas aos temas de genética, em cada livro, com seus respectivos percentuais, descritos, textualmente:

Quadro 3: classificação dos dados analisados

Livro	N.º de unidades	N.º de capítulos	N.º de páginas (no total)	N.º de páginas sobre o tema genética	% sobre o tema genética
L1	0	0	376	0	0,00
L2	0	0	384	0	0,00
L3	0	0	240	0	0,00
L4	1	4	288	89	30,90
L5	0	0	368	0	0,00
L6	1	2	384	51	13,28
L7	0	0	384	0	0,00
L8	1	10	384	106	27,60
L9	0	0	384	0	0,00
L10	1	5	383	122	31,85
L11	1	1	384	4	1,04
L12	2	6	384	88	22,92
L13	1	2	376	36	9,57
L14	3	8	384	103	26,82
L15	1	3	384	9	2,34
L16	2	7	384	103	26,82
L17	1	2	368	3	0,82
L18	1	6	368	104	28,26
L19	2	3	384	25	6,51
L20	2	9	384	116	30,21

Fonte: elaborada pela autora (2019).

A representação do número de páginas da genética dentro dos materiais didáticos é apresentada no Quadro 3. Considerando-se a soma de todas as páginas

destinadas à Biologia nos 20 materiais didáticos analisados, que totalizam 7375 páginas, os conhecimentos que se relacionam com a genética ocuparam 1913 laudas, o que representa, aproximadamente, 26% do total.

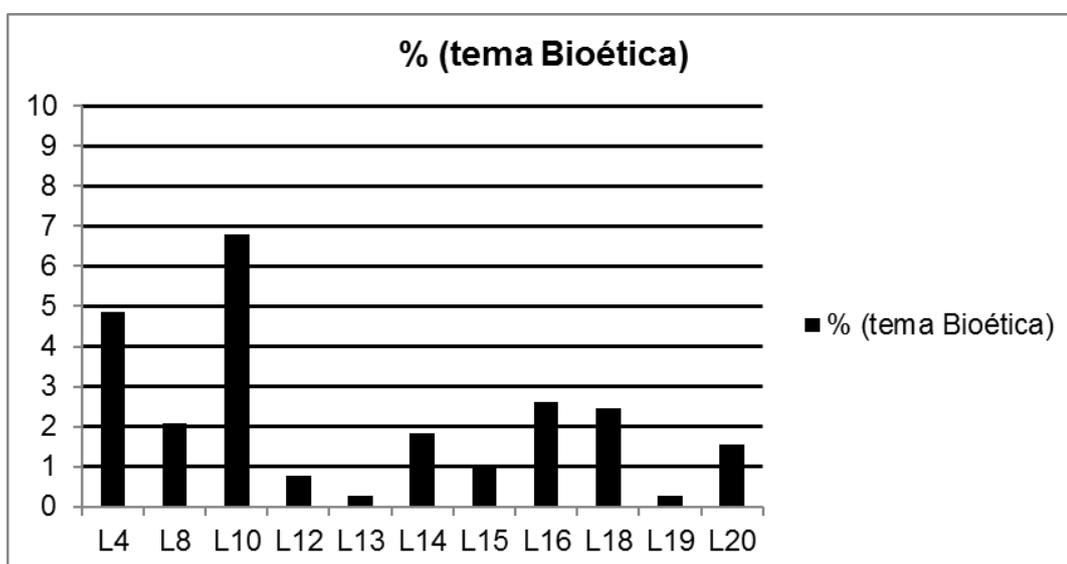
O livro L8 foi o que mais dedicou páginas aos conteúdos que se relacionam com a genética, tanto com relação ao número de páginas quanto ao percentual.

Na análise do conteúdo, seguindo os tópicos recomendados pelos PCN+ no que se refere às questões bioéticas para serem tratados dentro da temática genética, pode-se inferir que os livros apresentam diferentes resultados (Figura 3). Para essa análise baseou-se na classificação segundo Badzinski e Hermel (2015).

As informações detalhadas no Quadro 5 foram quantificadas em relação a três diferentes aspectos:

- a) não trata o tema em questão de nenhuma forma, nem ao menos o menciona;
- b) o assunto foi apenas citado;
- c) aborda o tema em questão, isto é, explicou e em alguns materiais deu exemplos ou usou imagens.

Figura 3 – Gráfico representativo do número de abordagens das questões bioéticas em livros didáticos



Nota: Neste gráfico apresenta-se o percentual da incidência do tema bioética nos livros analisados. Ressalta-se que a escala do gráfico está até 10%, pois a porcentagem de páginas dos livros que aborda temas bioéticos está abaixo desse valor.

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação aos livros analisados, estes não abordam alguns dos temas em questão. O L1, L2, L3, L5, L6, L7, L9, L11 e L17 não trataram os tópicos analisados

de nenhuma forma. Os livros restantes apresentam certa semelhança na quantidade de itens que não foram expostos, contudo, a obra L10 foi a que apresentou, de forma mais ampla, os itens classificados como “trata o tema em questão”.

A maioria dos exemplares analisados não contempla grande parte dos temas propostos pelo PCN+ de cunho bioético no âmbito da genética, temas importantes para o desenvolvimento do estudante como cidadão.

Em síntese, conteúdo como “projeto genoma” é explanado apenas por cinco exemplares, enquanto “aconselhamento genético”, “técnicas moleculares na detecção precoce de doenças genéticas” e “aplicações dos testes de DNA” são expostos, somente por quatro exemplares. E, unicamente, uma obra refere-se aos “procedimentos éticos no uso da informação”, bem como “ética nas terapias genéticas”. Pode-se detectar que os assuntos de maior repercussão nos meios midiáticos também são aqueles presentes nos livros didáticos pesquisados.

Esse resultado corrobora com outros trabalhos como o de Fonseca e Bobrowski (2015), que afirmam que os temas que causam divergências entre a população são aqueles que mais se destacam nas obras didáticas. Xavier; Freire e Moraes (2006) esclarecem que o apelo social e o impacto que esses temas provocam na vida das pessoas resultam na relevância que esses assuntos possuem.

O tópico “direito de propriedade das descobertas relativas ao genoma humano” foi apenas mencionado no livro L8. Boff e Pereira (2018) explicam que há de se considerar os aspectos éticos para esse item, visto que conceder proteção aos genes implica a apropriação do corpo humano, mesmo que por um período determinado. Os autores afirmam, ainda, que tal atitude menospreza a dignidade humana e, diante disso, inicialmente, não se concedeu proteção às descobertas e invenções e nessa área.

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002) preconizam que é essencial a compreensão desse tema para o jovem poder posicionar-se perante a polêmica sobre o direito de propriedade das descobertas relativas ao genoma humano, ponderando diferentes argumentos.

Com relação ao projeto genoma, seis livros abordam o tema (L4, L12, L16, L18). A maioria explica, de forma geral, sobre o que é o tal projeto:

Graças ao projeto, sabe-se que o genoma humano é constituído por 3 bilhões e 164,7 milhões de pares de nucleotídeos. Para ter idéia do que isso representa, ao se escrever em caracteres bem

pequenos a sequência de iniciais das bases (A, T, C e G) de uma das cadeias de DNA dos 24 tipos de cromossomos humanos, seriam preenchidos mais de 200 volumes equivalentes a grossas listas telefônicas. Quase toda a sequência de bases do genoma humano, 99,9%, é exatamente a mesma em todas as pessoas, portanto não mais do que 0,1% é responsável por toda a variabilidade genética de nossa espécie (AMABIS.; MARTHO, 2016b, p. 92). (L4).

Em 1990, teve início o Projeto Genoma Humano, que contou com o apoio de instituições públicas e particulares de vários países, inclusive do Brasil. Estimava-se que, com 23 pares de cromossomos, o ser humano apresentasse mais de 100 mil genes — até então eram conhecidos pouco mais de 4.500 genes humanos. O principal desafio do PGH era distinguir, nas longas sequências de A, T, C e G, os genes e sua localização. A enorme sequência de nucleotídeos do genoma humano foi finalmente publicada em fevereiro de 2001. O reconhecimento de genes levou a um resultado considerado surpreendente: cerca de 30 mil genes, número bem menor que o esperado (MENDONÇA, 2016b, p. 210). (L12).

O Projeto Genoma Humano (PGH) sequenciou as bases nitrogenadas do DNA das células humanas. As informações decorrentes do projeto proporcionaram aos pesquisadores uma importante oportunidade de revelar os segredos do DNA e a maneira pela qual os genes associam-se à ocorrência de certas doenças (FAVARETTO, 2016b, p. 222). (L16).

O Projeto Genoma Humano (PGH) foi idealizado em meados dos anos 1980 e lançado oficialmente em 1990. O objetivo desse projeto era, em 15 anos, sequenciar todo o genoma humano, ou seja, determinar a sequência dos mais de 3 bilhões de pares de nucleotídeos que compõem o DNA humano. Para isso, o PGH reuniu esforços de centros universitários de mais de 18 países. Na época do lançamento do PGH, o genoma humano era considerado o mais complexo e extenso encontrado entre os seres vivos. Acreditava-se que descobrir como o genoma estava organizado seria um grande feito científico e possibilitaria compreender em que bases genéticas estão fundadas a espécie humana. O sequenciamento do genoma humano foi concluído em 2003, dois anos antes do previsto (OGO; GODOY, 2016b, p. 102). (L18).

O tema “procedimentos éticos no uso da informação” foi explicado no livro L14, e apenas citado em dois outros livros (L8, L15). E o tema “ética nas terapias genéticas” não foi citado na maioria dos livros. Apenas o livro L8 tratou do tema. No entanto, dois livros (L13, L8) mencionaram o termo bioética:

A bioética é uma área da Ética, que, por sua vez, é uma área da Filosofia. Ela discute as implicações morais (o que é certo e o que é errado) das pesquisas biológicas e de suas aplicações na Medicina, na Biotecnologia e em outras áreas. A bioética busca estabelecer normas que devem ser seguidas por todos (LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA., 2016a, p. 131). (L13).

Com o termo bioética tenta-se focalizar a reflexão ética no fenômeno vida. Constata-se que existem formas diversas de vida e modos diferentes de consideração dos aspectos éticos com elas relacionados. Multiplicaram-se as áreas diferenciadas da bioética e os modos de serem abordadas. A ética ambiental, os deveres para com os animais, a ética do desenvolvimento e a ética da vida humana relacionada com o uso adequado e o abuso das diversas biotecnologias aplicadas à Medicina são exemplos dessa diversificação. (...) Com o espetacular desenvolvimento da biologia molecular e da genética médica, a humanidade deparou-se com novos questionamentos de caráter ético. (...) “Qual a influência do desenvolvimento da biologia molecular no futuro do homem?” (...) A quem cabe o direito de reproduzir a molécula que carrega as informações hereditária de uma pessoa? Quais as vantagens ou perigos para a sociedade a partir do uso indiscriminado destas? Indiscutivelmente, o papel da bioética tem-se fortalecido com o progresso da biologia molecular e da genética (LOPES; ROSSO, 2016b, p. 229). (L8).

No que se refere ao conceito dado à bioética, na obra L13, vale ressaltar que a bioética é instrumentadora e não normativa. Assim, Sanches (2004) sugere a

seguinte definição para bioética: “[...] é a ciência do comportamento moral dos seres humanos diante de toda intervenção da Biociência e das Ciências da Saúde sobre a vida, em toda a sua complexidade” (SANCHES, 2004, p. 21).

O autor supracitado afirma que o conceito de bioética deve contemplar a avaliação ética do impacto que a intervenção técnica provoca sobre a vida em toda a sua complexidade.

Sobre o pouco destaque dado aos temas com enfoque bioético, Fonseca e Bobrowski (2015) asseveram que é importante abordar as implicações dos avanços da genética para a construção do pensamento crítico dos estudantes, para mitigar a reflexão e o debate, considerando-se o receio demonstrado pela população a esses avanços.

Assuntos relacionados aos aspectos econômicos, patentes e exploração comercial da manipulação genética são abordados por L18, L20 e foi apenas citado por L16. Normalmente, quando se fala em genética, as pessoas rapidamente associam o termo ao DNA e aos testes de paternidade, mas a temática não se limita a isto. Novas perspectivas econômicas e comerciais com o avanço da manipulação genéticas precisam ser objetos de reflexão (SILVA *et al.*, 2019) a fim de estimular os jovens a questionarem e propor soluções sobre os temas.

Na contemporaneidade, células-tronco e clonagem são alguns dos temas discutidos pela comunidade científica, que influenciam na prática médica, sobre os quais os livros didáticos fazem — ou, pelo menos, tentam fazer — algum tipo de enfoque, como se exemplifica nos fragmentos a seguir:

As tecnologias de manipulação do DNA projetam a possibilidade de, no futuro, recorrer à chamada geneterapia para tratar e curar doenças hereditárias humanas. Assim, genes normais poderão ser produzidos em laboratórios e injetados em células doentes, “transformando-as”, em células saudáveis (AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R., 2016b, p. 91). (L4).

A clonagem pode ser entendida como a obtenção de indivíduos ou de estruturas idênticas ao que foi selecionado. A clonagem de indivíduos é feita normalmente por tecnologia de reprodução, processo bem diferente da clonagem de fragmentos de DNA, obtido por tecnologia de engenharia genética. No caso da clonagem de DNA, o objetivo é a produção de cópias idênticas de um determinado trecho de DNA, especialmente selecionado (MENDONÇA, V. L., 2016b, p. 212). (L12).

Clones naturais são muito comuns em seres unicelulares. Todas as bactérias que se originam por reprodução assexuada de uma única bactéria original são geneticamente iguais entre si, isto é, são clones (desde que não tenha havido mutação). Irmãos gêmeos idênticos também são clones porquê e originaram de uma única célula (LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H., 2016a, p. 129). (L13).

A clonagem de seres vivos não é tão recente. Em linhas gerais, é uma técnica que permite produzir cópias de organismos, células ou genes, ou seja, é um processo de reprodução assexuada. Desde

que os seres humanos deixaram o modo de vida caçador-coletor e passaram a se dedicar à agricultura, aprenderam a obter mudas de plantas e a replicar as variedades mais produtivas ou resistentes. Mandioca, morango, violetas e cana-de-açúcar são exemplos de plantas reproduzidas assexuadamente, por clonagem. Em animais, já era realizada havia décadas a chamada “clonagem clássica”, que consiste na partição de um embrião. Ela ocorre até naturalmente, no desenvolvimento de gêmeos univitelinos (FAVARETTO, J. A., 2016a, p. 166). (L15).

Os organismos que apresentam o mesmo material genético são chamados de clones. A clonagem ocorre de maneira natural em espécies que se reproduzem assexuadamente. Nesse caso, o novo indivíduo é um clone de seu progenitor, uma vez que se origina a partir das mitoses das células do corpo deste. A clonagem também pode acontecer artificialmente por meio de técnicas que permitem desenvolver um animal ou uma planta a partir de uma célula somática (ou seja, diferenciação) ou do núcleo de uma célula desse tipo. A clonagem em animais consiste em inserir o núcleo de uma célula somática no citoplasma de um óvulo, cujo núcleo foi previamente retirado (BANDOUK, A. C. *et al.*, 2016, p. 106). (L20).

Alguns livros (L8, L10, L17, L18) classificam a clonagem em reprodutiva e terapêutica. Como pode-se observar nos trechos abaixo:

A clonagem humana para fins reprodutivos, que é a clonagem com a finalidade de obtenção de um indivíduo, não é permitida por lei, mas a clonagem terapêutica, que é feita com a finalidade de produção de células-troncos embrionárias para utilização terapêuticas, sim (LOPES, S.; ROSSO, S., 2016b, p. 223). (L8).

A clonagem terapêutica, ainda proibida pela Lei de Biossegurança brasileira, poderia permitir o tratamento de vários tipos de doenças, por fornecer células-tronco com grande capacidade de diferenciação (CALDINI, C. S., 2017b, v. 3, p. 160). (L10).

A clonagem pode ser definida como o mecanismo que permite a formação de células ou indivíduos geneticamente idênticos, ou seja, cópias com o mesmo material genético (...) Existem dois tipos básicos de clonagem, a reprodutiva e a terapêutica. Na clonagem reprodutiva, o embrião formado no processo descrito acima é implantado no útero de um animal da mesma espécie ou de espécies semelhante. (...) Já na clonagem terapêutica, o embrião formado pela transferência nuclear não é implantado no útero de outro animal, mas mantido em laboratório para multiplicação celular (OGO, M. Y.; GODOY, L. P., 2016a, p. 150). (L17).

De modo simplificado, a clonagem pode ser definida como a formação de células e indivíduos geneticamente modificados. A clonagem é um processo que ocorre naturalmente em alguns seres vivos que realizam reprodução assexuada, tais com alguns vegetais e microrganismos. Na biotecnologia, a clonagem é utilizada para clonar fragmentos de DNA (clonagem de DNA) células, ou organismos. A clonagem pode ser do tipo reprodutiva ou terapêutica, e uma das principais técnicas envolvidas nesses processos é a transferência nuclear (OGO, M. Y.; GODOY, L. P., 2016b, v. 3, p. 100). (L18).

Os temas clonagem e células-tronco estão relacionados, dado que a clonagem terapêutica implica a clonagem de embriões com o intuito de retirar suas chamadas células-tronco, isto é, suas células ainda não especializadas, que são dotadas de uma potencial capacidade de se dividir e originar outros tecidos e órgãos, podendo ser retiradas de embriões com poucos dias de desenvolvimento. Sobre as células-tronco especificamente, em três livros (L11, L13, L15) foram encontrados os seguintes trechos:

As células embrionárias são consideradas células-tronco. Essa nomenclatura se relaciona à ideia de que dessas células partem diversas linhagens celulares, como os ramos partem do tronco de uma árvore. As células-tronco são indiferenciadas e possuem grande capacidade de divisão, dando origem a outras células-tronco e a células diferenciadas (MENDONÇA, V. L., 2016a, p. 246). (L11).

Células-tronco são células pouco diferenciadas, ou seja, ainda não especializadas. Elas podem se dividir e originar células específicas de um tecido do corpo. As células-tronco são encontradas em embriões no início do desenvolvimento, cordão umbilical e em alguns tecidos adultos, como a medula óssea e o fígado (LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H., 2016a, p. 200). (L13).

Nos últimos anos, as células-tronco têm sido muito estudadas por suas potenciais aplicações nos campos da pesquisa e da terapêutica. (...) Com o eventual domínio de técnicas que permitam obter e cultivar essas células, os pesquisadores esperam originar substitutos para órgãos e tecidos lesados, origem de muitas doenças humanas (como o mal de Alzheimer, a doença de Parkinson, o diabetes melito, os traumatismos do sistema nervoso e outras). Terapias experimentais já usam as células-tronco para recuperar o coração de pessoas acometidas por infarto agudo do miocárdio ou insuficiência cardíaca grave. Células tronco podem ser obtidas, por exemplo, da medula óssea vermelha de adultos, do sangue do cordão umbilical ou por clonagem (FAVARETTO, J. A., 2016a, p. 208-209). (L15).

A respeito desses dois temas, de certa forma inseparáveis, os livros didáticos têm caráter informativo e não formativo, ou seja, não há uma explanação dos diferentes pontos de vista e não sugerem uma reflexão por parte do leitor (TIZIOTO; ARAÚJO, 2007). Tal observação vai ao encontro do que é considerado por Conceição (2011), quando relata que as obras didáticas não se remetem a opiniões diretas e explícitas, limitam-se, apenas, em fazer comentários superficiais e sucintos sobre os impasses éticos que os temas geram.

A constatação de que os livros didáticos não apresentam todos os itens preconizados pelo PCN+ de Biologia e apresentá-los diferentemente, às vezes incipientemente, corrobora a ideia de que, quando uma única obra didática é usada como material de apoio nas aulas, o ensino pode ocorrer de forma ineficiente e os estudantes poderão ficar com lacunas na aprendizagem.

Badzinski e Hermel (2015), ao pesquisarem sobre a genética e a evolução por meio de imagens em livros didáticos, concluíram que as obras não contemplam todos os conteúdos sugeridos e os autores lançaram mão de diferentes abordagens para conteúdos em comum.

Para Xavier, Freire e Moraes (2006), embora as novidades associadas à Biologia façam parte do cotidiano da sociedade e precisem de debate e compromisso da escola, é provável que elas não sejam trabalhadas de forma significativa para os educandos.

Peixe *et al.* (2017), ao analisarem oito livros de Biologia referenciados no Guia PNLD de 2015, sobre o tema DNA e Biotecnologia, pontuam que metade dos livros pesquisados não exploram ou não notabilizam adequadamente a conexão

com genética e ética, ou ainda, não explanam sobre possíveis riscos e benefícios do emprego da biotecnologia para a sociedade e para o meio ambiente, mesmo nos casos em que vincula com o cotidiano. Tais achados mostram semelhança com os resultados encontrados na presente pesquisa, uma vez que dos 20 livros analisados, menos da metade abordam as questões bioéticas e não há propostas metodológicas para tratar o assunto.

Nesse contexto, constata-se que a maioria das obras didáticas de Biologia, pesquisadas nesta tese e disponibilizadas às escolas públicas do Ensino Médio, por meio do PNLD de 2018, não contemplam as questões bioéticas.

Não obstante as dificuldades a serem superadas no ensino de genética e temas polêmicos, encontra-se, em sala de aula, o predomínio de aulas tradicionais, cujo professor é o protagonista (CAMARGO; DAROS, 2018). Esse modelo de transmissão e recepção de conteúdo, já ultrapassado, gera apatia, resultando em uma aprendizagem deficiente (KRASILCHIK, 2016). Nesse contexto, a escolha metodológica e de como o conteúdo é transferido ao estudante, pode tornar o tema um dos mais relevantes ou dos mais insignificantes (KRASILCHIK, 2016).

Assim, a aplicação de práticas metodológicas variadas, que rompam com o modelo atual de transmissão e recepção de conhecimento, seria uma possibilidade para a promoção de um ensino mais motivador e dinâmico.

Martinez *et al.* (2008, p. 24) coadunam com a proposta supracitada quando advogam que métodos de ensino inovadores que incluam arte, modelos e jogos, mostram-se promissores para serem aplicados no ensino de genética. Para tanto, pode ser ofertada a formação continuada aos educadores, pois, mediante a formação permanente, o conhecimento profissional consolidado apoia-se tanto na aquisição de competências de processamento da informação, análise e reflexão crítica entre outras quanto na obtenção de conhecimentos teóricos e de (IMBERNÓN, 2010, p.75).

Diante do exposto, observa-se que a maioria dos livros didáticos, que fazem parte do escopo desta pesquisa, não fazem relação do desenvolvimento da genética com as implicações éticas e tão pouco trazem metodologias para a abordagem do assunto. Sob o prisma da dimensão dialógica de Paulo Freire e a ação comunicativa de Habermas, as obras pesquisadas não oportunizam a problematização e a argumentação no tocante aos temas de cunho bioético no campo dos avanços da

genética, o que compromete a contextualização do assunto e, conseqüentemente, a oportunidade de formação mais crítica, emancipatória e pluralista.

5.5 Análise das entrevistas com os docentes

Como já relatado na Metodologia, o material coletado passou por uma leitura atenta, utilizando a tematização de Fontoura (2011) e procedeu-se o levantamento dos temas e a seleção das unidades de contexto. São apresentados o perfil dos professores e as análises dos temas oriundos da entrevista.

Para se investigarem as práticas educativas usadas na abordagem da bioética no ensino de genética nessas escolas, bem como informações mais detalhadas acerca do tempo de magistério, o que eles pensam e como, na prática, são realizadas as aulas com vistas à abordagem de temas controversos, realizaram-se entrevistas semiestruturadas com os três educadores. O mesmo instrumento de pesquisa foi utilizado para averiguar, junto aos educadores, quais as possibilidades ou desafios quanto à inclusão de temas polêmicos no contexto da sala de aula.

A entrevista com os docentes aconteceu em 2019, com três professores de Biologia atuantes na rede estadual de Ensino de Pinheiral. Na época, eles lecionavam para as turmas participantes da pesquisa e aceitaram, por meio da assinatura do TCLE, que seus dados fossem validados.

Nesse cenário, organizou-se roteiro de entrevista (semiestruturada) que se encontra no Apêndice D. As entrevistas foram realizadas na própria escola, em horários livres dos Professores. Foram gravadas com auxílio de gravador de áudio, em formato MP3. As respostas obtidas durante a entrevista foram transcritas na íntegra e uma leitura atenta foi realizada para análise e discussão dos dados.

5.5.1 Perfil dos docentes

Inicialmente, foram feitas perguntas acerca dos dados pessoais dos docentes. Sobre isso, a faixa etária variou de 36 a 50 anos e o tempo de magistério na rede pública estadual de ensino, na disciplina Biologia, variou de três a 25 anos, com uma média de 13 anos de experiência. Desse trio, todos têm graduação em Ciências Biológicas e um deles declarou possuir pós-graduação (*lato sensu*). Dentre os professores, dois lecionam na rede há mais de dez anos.

Pesquisas voltadas ao docente têm mostrado que a formação docente é uma “*área nevrálgica para a melhoria educacional de um país*” (BARBOSA; URSI, 2019, p. 168). Assim, diversos estudos destacam limitações acerca da efetividade dos cursos de licenciatura na preparação dos futuros professores de Biologia, sendo as principais: dicotomia teoria/prática, modelo pedagógico ultrapassado e carga horária dedicada aos conteúdos pedagógicos reduzida (ARAÚJO; CHAPANI, 2018; BOTON, 2019).

Como já descrito anteriormente, após leitura atenta, ancorada na tematização de Fontoura (2011), procedeu-se o levantamento dos temas e a seleção das unidades de contexto. A partir das análises, surgiram três temas: 1. Concepções docentes sobre ética; 2. Práticas educativas; 3. Desafios para trabalhar o tema.

Para a análise de cada tema, elencaram-se algumas respostas dos docentes. Tratou-se de identificar os docentes com a letra P (professor) seguido da ordem numérica (1,2 e 3) ao reproduzirem suas respostas.

5.5.2 Tema 1: concepções docentes sobre ética

A elaboração do primeiro tema da análise partiu das respostas da pergunta da entrevista em relação às concepções dos docentes sobre ética, buscando levantar o que os docentes entendiam por ética e a importância da abordagem ética no ensino de genética. As respostas foram divididas em 6 categorias, conforme o quadro 4.

Entende-se que a concepção de ética dos professores de Biologia influenciará, pelo menos, em parte, um conjunto de entendimentos, decisões, cujas ações serão planejadas e desenvolvidas em sua prática docente.

Quadro 4: categorias elaboradas do Tema “Concepções docentes sobre ética” a partir da análise por Tematização

Questão: Concepção sobre ética	
Categorias	Unidades de Contexto
Respeito mútuo	<p>“ É saber aceitar o outro, ver o mundo numa forma diferente, mas com respeito, saber ver as diversidades, pois cada um tem uma forma de pensar e agir” (P2).</p> <p>“É respeitar o espaço do outro, sempre pensando no próximo” (P3).</p>

Comportamento ético	<p>“É você saber agir, de acordo com o que você acha que é correto” (P1).</p> <p>“(…) têm gente que para conseguir algo, mudam o comportamento e não se importam com a ética” (P2).</p>
Importância do tema	<p>“Eu acho que é necessário sim porque temos que nos preparar para um mundo diferente, um mundo onde vai ser debatido mais abertamente sobre clonagem humana” (P1)</p> <p>“Com certeza, porque são pontos mais recentes, que talvez precisem ser um pouco mais aprofundados, um conhecimento melhor. Mas com certeza são conhecimentos importantes e necessários” (P2).</p> <p>“Sim, com certeza, porque é um assunto atual e os alunos têm que saber isso, é algo que a gente pode usar na vida, o tempo todo se fala disso, pode ter isso na família, é importante eles saberem” (P3).</p>
Julgamento	“(…) tem que ter para julgar o outro” (P3)
Relativismo ético	“O que é moral para uma pessoa às vezes não é para outra” (P1).

Fonte: dados da pesquisa.

Um dos temas que emergiu trata de *“Respeito mútuo”*. Na literatura, a questão do respeito por si e pelos outros corresponde a uma virtude ética necessária (LA TAILLE, 2009). Segundo Freire (2018), o respeito à autonomia e à dignidade individual não se refere a algo que se pode ou não ofertar aos outros, é um dever ético.

A partir das narrativas dos participantes, verifica-se a importância de ressignificar o limite que deve pautar a conduta de cada um, no contexto escolar, visto que o respeito é um dos princípios básicos para convivência. Nesse sentido, o professor precisa ser reflexivo e trabalhar parâmetros que facilitem a convivência entre grupos heterogêneos, importantes para o bom convívio social com práticas pedagógicas baseadas no diálogo, por meio de comunicação cordial.

Outro tema presente nas falas dos docentes consistiu no *“Comportamento ético”*. A ética está associada à fundamentação dos valores morais que regem o comportamento dos seres humanos em sociedade. Nesse cenário, a ética tenta explicar as regras morais de forma racional, ou seja, é uma reflexão sobre a moral (VALLS, 2017).

Os padrões sobre o que se julga que é legal ou ilegal, certo ou errado, bom ou mau no comportamento humano e na tomada de decisão são balizados pela ética, independente das práticas culturais. Cada grupo tem seus próprios valores

éticos, mas procura preservar os princípios individuais de cada um. Contudo, a ética integra uma maneira pela qual esses grupos expressam suas ações.

Os relatos coadunam com a relação entre ética e caráter defendida por Reich (1995). Esse autor afirma que o conjunto de hábitos comportamentais de uma pessoa determinará o caráter desta, como atitudes e valores conscientes. Portanto, a coerência e firmeza nas ações constituem o caráter ético do sujeito.

No contexto do ensino de Biologia, cuja área agrega temas de natureza polêmica em número cada vez maior, essa temática provoca inquietação, pois gera debates de comportamento ético.

Um terceiro tema, que se entrelaça aos anteriores, trouxe a questão da *“Importância do tema”*. Todos os professores também citaram, de forma imediata, a importância da abordagem de questões polêmicas no campo dos avanços genéticos.

As opiniões sustentada pelos educadores são amparadas por autores, que entendem que o avanço científico das últimas décadas tem impactado, de forma talvez irreversível, as condições da vida humana, portanto se torna evidente a urgência das discussões sobre temas controversos nos diversos âmbitos da sociedade e, particularmente, nos espaços educacionais (KOVALESKI; ARAÚJO, 2013; ARAÚJO; GUSMÃO, 2017; DINIZ *et al.*, 2018).

Fourez (1995) entende que a ética perpassa discussões da conduta do ser humano envolvendo temas que despertam controvérsias, como clonagem, biotecnologia, transgênese, entre outros. Porém, alguns temas relatados pelos docentes não fazem referência à ética, como *“Julgamento “ tem que ter para julgar o outro”* (P3) e relacionado ao *“Relativismo ético”* *“O que é moral para uma pessoa às vezes não é para outra”* (P1). Vattimo (1992) afirma que o relativismo, além de ser contraditório, se diverge da prática humana, sempre inclinada para a busca de critérios gerais de ação.

Verifica-se que existem diferentes concepções de ética, contudo, os educadores foram unânimes ao destacarem a importância do tema no ensino de Biologia, ideia defendida por Silva e Krasilchik (2013), que entendem que o repertório do ensino de Ciências precisa contemplar as implicações éticas que emergem a partir das produções científicas e tecnológicas, além de ser importante para a socialização do debate científico.

As constatações acima evidenciam que a ética, enquanto campo de reflexão, tem diferentes concepções no grupo dos professores pesquisados. Como foi possível perceber, os pensamentos dos professores de Biologia são inconsistentes, ou seja, não são produto de uma reflexão crítica, coletiva das condições que permeiam a realidade do ponto de vista da ética. Valls (2017) sustenta que há, atualmente, uma superficialidade no que se refere à universalidade de valores.

Assim, há um distanciamento com relação a uma concepção de ética em uma perspectiva da conduta e do tratamento humano, com a ideia de que o problema não merece atenção (SINGER, 2018).

5.5.3 Tema 2: práticas educativas

A aprendizagem no ambiente escolar não tem como única finalidade a transmissão de conhecimento, mas deve permitir que o aluno assimile o assunto por meio de exemplos conectados ao seu cotidiano para que, posteriormente, ele seja capaz de resolver problemas mais elaborados. Assim, sugere-se que a metodologia utilizada pelo professor deve incluir assuntos que tenham significado para o aluno e que estes tomem decisões com mais autonomia e segurança nas mais variadas situações.

Com base no exposto, as práticas educativas destinadas para o ensino de genética com enfoques éticos devem instigar o interesse dos alunos em refletir, debater preconizando uma educação crítica e reflexiva a respeito da valorização da vida. Na trajetória da pesquisa, colocaram-se em discussão as estratégias de ensino dos professores na abordagem de temas polêmicos, em sala de aula, inerentes ao ensino de genética. Ao analisar as ferramentas que os professores costumam utilizar, os profissionais expuseram os principais métodos empregados na prática pedagógica, as quais identificaram-se três categorias, conforme o quadro 5.

Quadro 5: categorias elaboradas do Tema “Práticas Educativas” a partir da análise por Tematização

Questão:	
Tipo de recurso metodológico e/ou recurso didático usado para abordar questões bioéticas nas aulas	
Categorias	Unidades de contexto
	“Eu costumo usar o debate entre os alunos sobre o que eles acham e falando também sobre a ética sobre clonar um ser

Abordagem do tema	humano” (P1). “Debate, normalmente eles trazem a informação de casa, e a gente debate com roda de conversa” (P2). “Nós levantamos temas, conversamos e perguntamos o que as pessoas acham, se existe um culpado ou se não existe (...) e trabalha junto à ética” (P3).
Recurso didático	“Eu só uso a questão é do vídeo, até mesmo os trabalhos que eles fazem filmagens e apresentam” (P1). “(…) uso filmes também” (P2). “(…) vídeos que é uma maneira muito mais fácil de mostrar para os alunos” (P3)
Fonte de atualização	“(…) normalmente eu busco assuntos na internet” (P1). “Pesquisa na Internet” (P2). “Eu participo de um grupo no Facebook que sempre tem atualizações sobre as novidades na Ciência (...)” (P3).

Fonte: dados da pesquisa.

As unidades de contexto correspondentes à categoria “*Abordagem do tema*” exprimem o debate e a roda de conversa como meio de desenvolvimento do assunto.

O papel do professor vai além de ensinar conteúdos, ele precisa ensinar a pensar, nesse sentido, o desafio consiste em transpor o texto, relacionando o que leu com a realidade local (FREIRE, 2019). Sendo assim, o debate e rodas de conversa, quando utilizados com uma perspectiva dialógica pelo professor, como instrumentos de ensino, podem estimular o desenvolvimento da oralidade e são válidos, também, para a discussão de temas polêmicos com os estudantes.

A dialogicidade estimula a curiosidade dos aprendizes, que, paulatinamente, passam a ter uma percepção mais crítica da realidade. Ao usar essa ferramenta de ensino, o professor trabalha contra a postura passiva dos educandos para que não ocorra a simples memorização dos conteúdos.

Na outra ponta desse processo de ensino-aprendizagem dialético, o educando tem conhecimentos prévios adquiridos em sua vivência, e, ao professor, é colocado o desafio de lidar com os diversos conteúdos da Biologia, sem negligenciar a vivência do aprendiz.

Assim, quando o educando constrói analogias e associações com os termos e conceitos, acessando exemplos suficientes para contextualizar o assunto com suas

experiências pessoais, a temática passa a ter mais significado para ele (KRASILCHIK, 2016). Entretanto, o tempo necessário para que o educador apresente variadas associações e analogias para conduzir o educando a uma melhor compreensão dos conceitos elencados, bem com a um aprendizado mais reflexivo, significativo e crítico, é comprometido pelo excesso de conteúdos, presente no currículo de Biologia (KRASILCHIK, 2016).

As unidades de contexto correspondentes à categoria “*Recurso didático*” apresentam, em sua maioria, a utilização de mídias educacionais, como vídeos e filmes. Nesse cenário, Moran (1995) defende que o vídeo aproxima o cotidiano da sala de aula, das linguagens de comunicação e aprendizagem da sociedade urbana, bem como insere novas questões no processo educativo.

As declarações dos professores correspondem aos resultados do trabalho de Fischer et al. (2018), cujos autores reforçam a importância do uso de diferentes recursos midiáticos ou tecnológicos no ensino da bioética para o aprimoramento ético dos argumentos de futuros professores de Ciências e Biologia. Dentre tais recursos, os autores citam o uso de vídeos e recursos de multimídia.

No âmbito do Ensino Médio, Melo e Barros (2019) realçam que os filmes podem facilitar e promover a discussão de temas bioéticos no campo da Biologia. Nesse sentido, Santos e Souza (2019) constataram, em sua pesquisa, que o contato moderado e orientado do aluno com os meios tecnológicos, no ensino-aprendizagem, auxilia para o desenvolvimento intelectual e cognitivo deles.

A sociedade moderna vive em meio a uma revolução cultural influenciada pela comunicação e informação. Nessa premissa, as mídias transpõem a tarefa de informar para produzir e inculcar valores, conquistando o lugar de formação das pessoas (HALL, 1997).

Entretanto, algumas análises demonstraram as dificuldades que os professores têm para desenvolver o tema bioética com os alunos quando buscam o assunto nos livros didáticos “para trabalhar esse tema, eu dificilmente pego o livro didático[...]” (P1); “[...] nos livros a gente só acha 10% do assunto, e o resto a gente tem que buscar na internet” (P3).

As respostas dos professores pesquisados se aproximam aos estudos realizados por Pinton (2009) e Guimarães (2018) ao concluírem que as questões bioéticas são incipientes nos livros didáticos adotados pela maioria dos professores.

As unidades de contexto referentes à categoria “*Fonte de atualização*”, coadunam com as ideias de Newman *et al.* (2017), cujos autores afirmam que as plataformas de redes sociais se tornaram uma importante fonte de notícias e informações científicas, mais do que o jornalismo tradicional. Todavia, Pedrancini *et al.* (2008) alertam que temas polêmicos no campo dos avanços da genética enfocados pela mídia, conduzem as pessoas a opinar e refletir sobre as implicações éticas geradas por esses avanços, contudo, nem sempre essas reflexões derivam de conhecimento científico do assunto, podendo resultar em compreensões equivocadas.

Ramos *et al.* (2012) argumentam que a sociedade atual, com suas tecnologias, tornou-se instrumento relevante de validação de verdades, com o papel de divulgadora científica, absorvendo características e funções da escola, independentemente de o conhecimento ser correto ou não.

Assim, relatos como de P3 ao dizer: “Eu participo de um grupo no Facebook que sempre tem atualizações sobre as novidades na Ciência (...)” evidenciam a importância da divulgação científica como contribuição à alfabetização científica que pode viabilizar a identificação de supostas notícias sem fundamentos.

Alguns dos extratos de fala selecionados apontam que as notícias vinculadas pelas mídias têm servido de base para os conhecimentos prévios dos alunos sobre diferentes temas científicos como relatou P2: “normalmente eles (os alunos) trazem as informações de casa e a gente debate aquilo ali”, referindo-se a mídias, como televisão, internet e redes sociais, afirmando que os alunos descrevem notícias por esses meios de comunicação.

Os avanços da genética (e os avanços científicos em geral) ocupam lugar de destaque nos meios de comunicação, promovendo a atuação da mídia na popularização de conhecimentos científicos. Entretanto, há a possibilidade de dar ênfase de acordo com o interesse do expositor, levando a uma exposição superficial das informações científicas, por meio da mídia, sem comprometimento com efetivas orientações educacionais (JUSTINA; FERRARI; ROSA, 2000).

5.5.4 Tema 3: desafios para trabalhar o tema

Embora o professor tenha iniciativas para desenvolver com eficiência o ensino-aprendizagem, ele sempre se deparará com desafios a serem suplantados. O

contexto escolar é peculiar e dinâmico e nesse cenário, o professor deve representar uma figura ao mesmo tempo inovadora, instigadora, paciente e empática para contribuir com a formação de sujeitos críticos e reflexivos.

Nesse sentido, a educação escolar para uma cidadania ativa, com a participação e desenvolvimento da argumentação, deve oferecer as condições para que os estudantes tenham o “gosto e o hábito da discussão” (CANIVEZ, 1998, p. 164).

Nessa conjuntura, o ensino de genética — com enfoque bioético, voltado para o despertar da consciência moral, frente aos valores humanos, como uma conquista da própria individualidade e fruto da herança cultural — é um desafio aos educadores. Por essa ótica, manifestou-se o interesse em identificar as dificuldades enfrentadas pelos professores na abordagem de temas polêmicos no ensino de genética. Assim, definiu-se o tema 3: Desafios para trabalhar o tema (Quadro 6), e as unidades de contexto que emergiram desse tema referem-se às dificuldades enfrentadas e as perspectivas para a discussão dos assuntos bioéticos.

Quadro 6: categorias “Possibilidades ou Desafios”, elencadas a partir da análise por Tematização

Questão: desafios para trabalhar as questões bioéticas na área da genética	
Categorias	Unidades de Contexto
Dúvidas acerca dos avanços da genética	“(…) não tenho dúvidas, mas o problema é que a gente não sabe até onde temos conhecimento” (P1). “(…) tenho dúvidas sobre a biotecnologia, porque alguns pontos ficam claros, outros eu acho que confunde um pouco, e precisa estar aprofundando mais, o conhecimento prático também dificulta” (P2). “Às vezes surgem algumas dúvidas durante as aulas e às vezes têm coisas que eu não sei” (P3).
Carência de fonte de pesquisa	“Os livros trazem muito pouco sobre esse tema, eu dificilmente pego o livro didático (...) pesquiso na internet” (P1). “(…) eu não uso livro, porque não tem esse assunto nos livros. O livro desse ano eu ainda não olhei, mas nos livros dos anos anteriores não tinha não (...) consulto a internet” (P2).

	“(...) nos livros a gente só acha uma notinha de rodapé, e o resto a gente tem que buscar na internet, e está sempre atualizando né” (P3).
Infraestrutura	“ (...) a gente tem que montar tudo para passar um vídeo e não tem um lugar legal” (P1). “às vezes a gente não consegue passar vídeos aqui na escola e slides também fica um pouco complicado porque como são só duas aulas a gente acaba perdendo tempo com essa montagem dessa estrutura de slide” (P2).

Fonte: dados da pesquisa.

A primeira categoria trouxe a questão das *“Dúvidas acerca dos avanços da genética”*. Para abordar o progresso da genética com os alunos, dois professores relataram que não se sentem suficientemente preparados, afirmando um conhecimento superficial, devido à rapidez com que o desenvolvimento da genética tem sido gerado, a qual demanda uma atualização ágil do conteúdo. Dessa forma, os professores, ainda, não se sentem confortáveis em transitar em outras áreas que envolvem a genética, como identificado na fala de um professor: “[...] eu procuro estar trabalhando (sic) algumas questões, mas assim perfeita talvez eu não seja, mas, pelo menos, eu procuro estar colocando (sic) aquilo que eu sei (...)” P1.

Analisando o discurso dos professores, pode-se depreender que dois fatores têm notável importância quando se procura explicar por que isso ocorre. De um lado, a formação fragmentada dos educadores, nos cursos de graduação, separando os conhecimentos específicos da formação pedagógica e de outro lado, a dificuldade em abordar o tema.

No que se refere à formação dos professores, a ênfase dada aos conhecimentos específicos, ainda, é priorizada, ao passo que a formação pedagógica para estimular a participação e o desenvolvimento da argumentação são sistematicamente secundarizadas, conforme apontado por Bryce e Gray (2004), e Silva e Krasilchik (2013).

Quanto à dificuldade em tratar sobre assuntos controversos, constata-se que os educadores demonstram pouca compreensão no tocante à maneira de abordar temas polêmicos, demonstrando um certo medo e desconforto em se expor, cuja análise coaduna com os estudos de Bryce e Gray (2004).

Os depoimentos dos professores correspondem às pesquisas de Marques, Persich; Tolentino Neto (2017), ao afirmarem inadequação e ineficiência da abordagem da bioética, devido às rápidas e constantes atualizações de informações e resultados de pesquisas na área genética.

Outras pesquisas apontam que a maioria dos professores têm dificuldades para entender o progresso das biotecnologias com enfoque nas originadas da genética e repassam aos alunos conceitos estáticos e desatualizados (PEDRANCINI *et al.*, 2007; DURBANO *et al.*, 2008; REIS *et al.*, 2010; CONCEIÇÃO; PERON, 2012).

A segunda categoria detectada é a “*Carência de fonte de pesquisa*” para trabalhar o assunto. Os docentes foram unânimes ao afirmarem que o tema não é tratado de maneira satisfatória nos livros didáticos, o que faz com que busquem informações em outras fontes como a Internet.

Sobre as constatações supracitadas, Tizioto e Araújo (2007); Fonseca e Bobrowski (2015) consideram que, de modo geral, o enfoque bioético está presente nos livros didáticos, contudo, na maioria das vezes, com caráter informativo, ou seja, não há exposição das diferentes perspectivas e de modo geral, não estimula a reflexão por parte do estudante.

Cabe ressaltar que o livro didático representa, apenas, um dentre os vários recursos de apoio didático disponíveis. Assim, a obra deve servir como um apoio de forma a potencializar a construção de saberes, visto que, com os constantes avanços científicos, o livro não dá conta de abordar todos os assuntos, cabendo ao educador aperfeiçoar-se continuamente. A terceira categoria que se entrelaça ao tema é a questão da “*Infraestrutura*”, que, de acordo com as unidades de contexto, restringe o debate das questões polêmicas no contexto da sala de aula.

A abordagem eficiente para tratar temas controvertidos em sala de aula não se restringe à didática do professor em si. Mas perpassa, também, questões mais peculiares como a estrutura da escola. Mesmo que a escola conte com professores dedicados, a infraestrutura escolar pode ter um papel importante na eficiência das aulas, além de garantir o bem-estar e o conforto da comunidade escolar. Mesmo que os professores se esforcem para desenvolver uma aula estimulante, com o uso de vídeos e filmes, eles dependem de questões logísticas e suporte, que abrange sistema público e político, os quais precisam investir nas escolas suprindo as necessidades atuais e unificando o uso destes recursos para todas as escolas.

Santos *et al.* (2020) afirmam que são muitos os desafios para o alcance das inovações metodológicas no ambiente escolar, dentre eles: a infraestrutura precária que influencia, diretamente, a qualidade do ensino, prejudicando o processo de aprendizagem. Em algumas análises, há indícios de outros fatores limitantes para a abordagem dos temas controvertidos, como a sala de aula lotada e a grade curricular, como evidenciado por P1: “é difícil trabalhar por causa das salas cheias e poucas aulas de Biologia”.

Diante desses resultados, embora haja uma tentativa, por parte dos professores pesquisados, de alcançarem uma relação dialógica e comunicativa — ações apregoadas por Freire e Habermas — com os alunos e empenhar-se para fazer com que os diálogos e a linguagem sejam elementos para ação e reflexão que levem a reflexões éticas no contexto dos avanços da genética, ainda é um desafio para os educadores tal prática.

Nessa conjuntura, observa-se que o tema bioética precisa ser mais discutido no âmbito escolar e há a necessidade de buscar novas estratégias para a contextualização do conteúdo. Embora seja um trabalho desafiador, é importante a inserção do ensino de genética sob a óptica bioética. Assim, as questões controversas podem dar condições para a concretização do conhecimento além do conteúdo disciplinar, o desenvolvimento do diálogo e o desenvolvimento ético do estudante.

5.6 Análise das entrevistas com os discentes

Como já exposto no Percurso Metodológico, o material colhido passou por uma leitura atenta, assentada na tematização de Fontoura (2011). Além disso, elencaram-se os temas propostos, bem como as unidades de contexto. Para identificar as concepções prévias dos alunos do Ensino Médio sobre genética, em 2018 e temas relacionados à bioética, em 2019, a coleta de dados foi feita por meio do questionário semiestruturado (Apêndice B e Apêndice C).

No Percurso Metodológico a coleta de dados ocorreu, em maio de 2018, com 65 alunos (53 alunos da escola A e 12 alunos da escola B) e em dezembro de 2019 com 34 alunos (28 alunos da escola A e 6 alunos da escola B), cujos responsáveis (no caso dos menores de 18 anos) aceitaram que os dados fossem validados, por meio da assinatura do TCLE (Anexo E).

Em 2019 o número de participantes foi menor em ambas as escolas pelos seguintes fatores: repetência, alunos que não compareceram no dia da coleta de dados, transferência para outra escola ou de turno e outros que não aceitaram em participar. Em 2018, no primeiro contato, a aula teve duração de 50 minutos para a apresentação da proposta da pesquisa e entrega do TCLE. Posteriormente, o questionário foi distribuído aos alunos e usufruído mais um tempo de aula, totalizando 100 minutos com cada turma. Para esse procedimento, visitou-se cada escola durante 15 dias, cada uma. A primeira coleta de dados ocorreu em tempos de aulas cedidos por diferentes professores (exceto de Biologia). Nesse período, os 65 alunos encontravam-se matriculados em turmas do 2º ano do Ensino Médio. Todos os alunos que participaram da coleta de dados em 2018 foram acompanhados em 2019, como descrito anteriormente, na Metodologia.

5.6.1 Primeira coleta de dados com alunos do segundo ano do Ensino Médio

A primeira coleta de dados ocorreu em maio de 2018 pela pesquisadora contendo nove questões abertas. Os 65 participantes da pesquisa tinham idades variando entre 16 e 19 anos e todos afirmaram que tiveram aula de Biologia no ano anterior.

Muitos dados foram gerados com base nos questionários com nove questões. Assim, analisaram-se, apenas, as questões mais relevantes para esta pesquisa.

Como descrito anteriormente, após leitura atenta, fundamentada na metodologia da tematização de Fontoura (2011), executou-se o levantamento dos temas e as unidades de contexto. A partir das análises, para saber as concepções prévias dos alunos, surgiram dois temas: 1. Concepções sobre material genético e 2. Concepções sobre genética.

5.6.1.1 Tema 1: concepções sobre material genético

Entender a genética qualifica o sujeito para entender o que é noticiado, ler e interpretar um texto com criticidade e reflexão. Nessa lógica, o ensino de genética e temas afins auxilia a compreensão dos avanços da genética e seus desafios,

embora ainda retrate seu modelo descontextualizado e segmentado (TEMP; SANTOS-BARTHOLOMEI, 2014).

A formulação do primeiro tema da análise partiu das respostas da pergunta do questionário em relação às concepções dos alunos sobre material genético. As respostas foram divididas em quatro categorias, conforme o quadro 7.

Quadro 7: categorias elaboradas do Tema “Concepções sobre material genético” a partir da análise por Tematização

Questão: O que vem em sua mente quando escuta a expressão “material genético”?	
Categorias	Unidades de Contexto
Sangue	“Coleta de sangue para exames” E3-1 Escola A “Coleta de sangue para exame” E13-1 Escola A “Tudo que é recolhido dentro de nós, como o nosso sangue” A8-1 Escola B
DNA	“No DNA, é nele que tem o material genético” E40-1 Escola A “DNA” A12 -1 Escola B “Acho que tem a ver com DNA” A10-1 Escola B
Localização	“Tem no sangue e na pele” E33-1 Escola A “Algo que fica dentro da nossa célula” E28-1 Escola A “Algo que fica no núcleo” E2-1 Escola A
Outros	“Tudo que nós somos” E16-1 Escola A “Um fio de cabelo” A1-1 Escola B “Unha” A7-1 Escola B

Fonte: dados da pesquisa.

As unidades de contexto relacionadas à categoria “*Sangue*” coadunam com os resultados obtidos no estudo de Leal (2017) em pesquisa semelhante ao afirmar que inúmeros alunos citaram o sangue como lugar onde o material genético é encontrado. Segundo a autora, a maioria dos alunos relaciona a retirada de sangue para análise clínica, com resultado de laboratório, embora a mídia vincule a coleta de material genético por meio da saliva, sêmen e outros.

As unidades de contexto relacionadas à categoria “*DNA*” também surgiram, as quais se aproximaram bastante de uma resposta correta. Vilas Boas e Barbosa (2016) abordam que é importante que os alunos compreendam o conhecimento do DNA como molécula que todos os seres vivos possuem.

Por outro lado, os alunos formularam respostas bastante confusas, demonstrando que, apesar desse assunto ser bastante explorado pela mídia, muitos não têm ideia do que se trata:

“Não sei” (E11-1 Escola A)

“Mitocôndrias” (A1-1 Escola B)

No que se refere à categoria “*Localização do material genético*”, as unidades de contexto identificadas mostram que vários alunos foram evasivos na resposta e pode indicar uma visão antropocêntrica⁸, quando o aluno E2-1 Escola A responde “ (...) fica dentro da nossa célula”, ele não se refere à célula procariótica (Reino Monera), cujos seres são bactérias e arqueas. Essa interpretação vai contra ao que é postulado por pesquisadores como Mayr (2005) que defende uma Biologia evolucionária.

É possível superar a limitação supracitada com um ensino que considere os conhecimentos prévios e o contexto local dos alunos, por meio de situações de aprendizagem, que favoreçam a argumentação e o debate, cujas estratégias de ensino são defendidas por Freire e Habermas. Tais ferramentas podem ser a base para o desenvolvimento do conhecimento científico dos alunos.

A maior parte dos alunos não sugeriu que o material genético estivesse presente dentro das células, como esperado (SNUSTAD; SIMMONS, 2017). Essas respostas se aproximam bastante da pesquisa de Pedrancini *et al.* (2007) e Leal (2017), cujos resultados, também, mostraram que os alunos tiveram dificuldades em apontar a localização do DNA na célula, além de desconhecem que há informações genéticas em todas as células.

Desse modo, para uma aprendizagem considerada eficaz, é preciso problematizar a temática e diversificar as estratégias, pois, mesmo quando os alunos responderam corretamente (na célula), esqueceram-se das bactérias, organismos portadores de células procarióticas: “no núcleo da célula” (E4-1 Escola A) e “está no núcleo, porque é a principal parte da célula” (A11-1 Escola B). Uma vez que seres procariontes não apresentam membrana nuclear e nem organelas membranosas.

As unidades de contexto que foram alocadas na categoria “*Outros*” emergiram porque pouco revelaram sobre as concepções. Notou-se tentativa em responder

⁸ Esta considera o ser humano como principal referencial de ser vivo.

para “não deixar a questão em branco”. Os resultados obtidos em pesquisas semelhantes realizadas por Bonzanini e Bastos (2005) e Pedrancini *et al.* (2007) revelaram que muitos estudantes têm dificuldades em associar e compreender as estruturas que fazem parte do material genético, o DNA. Desse modo, a não compreensão desses conceitos básicos afetam o entendimento da genética. Segundo os autores, quando os alunos aprendem uma palavra, não significa que aprendeu o conceito que as palavras expressam. Nessa lógica, um ensino centrado em definições, pode, muitas vezes, ocasionar uma aprendizagem deficiente, na qual o aluno conhece a palavra, mas não a relaciona com o conceito. A categoria “Outros” também foi encontrada no trabalho de Leal (2017).

Assim, os conceitos são retratados por palavras, as quais quando ouvidas, produzem uma imagem mental, então, é necessário definir as proposições conceituais que se pretende trabalhar ao longo do ano, bem como desenvolver estratégias voltadas para a realidade do aluno.

5.6.1.2 Tema 2: concepções sobre genética

Outro tema presente nos escritos discentes relaciona-se diretamente à temática genética. As respostas foram divididas em três categorias, conforme o quadro 8.

Quadro 8: categorias elaboradas do Tema “Concepções sobre material genético” a partir da análise por Tematização

Questão: o que vem a sua mente quando escuta a palavra “genética”?	
Categorias	Unidades de Contexto
Hereditariedade	“ É sua herança, seu código genético” E6-1 Escola A “Algo hereditário, que passa de pai para filho” E19-1 Escola A “É algo semelhante entre os familiares” E1-1 Escola A
Características	“Características e detalhes que passam de pais para os filhos” A2-1 Escola B “Estudo das características hereditárias” A12-1 Escola B “São características que passam de pais para filhos” E50-1 Escola A

Outros	<p>“São hormônios hereditários que passam de pai para filho” E29-1 Escola A</p> <p>“É uma célula, que indentificam as características” E38-1 Escola A</p> <p>“São substâncias do corpo de seus pais, que são passados para os filhos” A3-1 Escola B</p>
--------	---

Fonte: elaborada pela autora.

A categoria “*Hereditariedade*” refere-se à herança genética. Os alunos percebem que a genética está relacionada ao que herdamos e transmitimos aos descendentes, deixando a interpretação do que seja para os interlocutores. Embora os alunos percebam que a ciência da hereditariedade está próxima à família, nenhuma resposta considerou o DNA e nem a evolução das espécies. Os resultados coadunam com o trabalho de Leal (2017), em que a autora afirma que as respostas dos estudantes foram superficiais.

O assunto hereditariedade e conteúdos afins devem fazer parte das mesmas séries escolares, pois possibilita, por parte dos alunos, um entendimento melhor da função celular, bem como do núcleo (DNA), conectando tais assuntos à genética (KNIPPELS; WAARLO; BOERSMA, 2005). Bonadio; Paiva e Klatau-Guimarães (2015) advogam que aproximar a ciência da hereditariedade da vivência dos alunos permite compreensão melhor do assunto.

Outra categoria que se entrelaça à anterior é “*Características*”. A ideia de que as características de um ser vivo são influenciadas somente pelo gene é defendida pelo determinismo genético, em que as características observáveis (fenotípicas) são pouco afetadas por alterações ambientais e sociais (PENCHASZADEH, 2004). Os participantes parecem ter essa concepção, como nos relatos: “São características que definem a cor da pele e textura do cabelo” (A10-1 Escola B); “características hereditárias, como a cor da pele” (E49-1 Escola A).

Todavia, tal ponto de vista é questionado atualmente, pois estudos apontam que a manifestação de uma característica não depende, apenas, de um gene específico e a maioria das peculiaridades de cada organismo são impactadas por interações entre o gene e o ambiente (LEWONTIN; ROSE; KAMIN, 1985).

Nessa realidade, a escola tem papel importante em ensinar com eficácia com o intuito de o aluno entender que o ambiente tem grande influência na determinação de características, se apropriando dos conhecimentos científicos.

A categoria “*Outros*” abarca relatos que podem ser agrupadas em: deixar de responder, “não sei” e outras que fogem das categorias anteriores. Evidencia que os participantes não refletiram sobre o tema ou o desconhecem. Assim, para os alunos compreenderem Biologia e, por conseguinte, a genética, é preciso vencer muitos desafios como estimular a cognição, com diversas habilidades de processar as informações (EILAM; REITER, 2014).

Os resultados apontam as dificuldades para compreensão da genética, com uma visão antropocêntrica da ciência. Grande parte do saber científico, desenvolvido na escola, é esquecido rapidamente, sobrepondo ideias alternativas ou de senso comum resistentes e estáveis (MORTIMER, 1996).

Na rotina escolar, observa-se que grande parte dos alunos memorizam alguns termos e conceitos para serem utilizados nas avaliações bimestrais, os quais são posteriormente descartados, pois não encontram conexões que se consolidem em conhecimentos verdadeiros. Mais que processos de memorização, compreender a ciência da hereditariedade ou qualquer outro conteúdo implica construir modelos que são regularmente visitados e revisitados com o propósito de atualizá-los e, conectando-os a novos conhecimentos.

Desse modo, é importante que os alunos compreendam conceitos genéticos para associarem esses assuntos a problemas atuais, pois várias informações veiculadas pela mídia referem-se a fatos cujo entendimento depende do domínio de cunho científico. Os conhecimentos biológicos estão presentes frequentemente, dado o avanço dessa ciência em algumas de suas áreas (ALMEIDA, 2007). Desse modo, vocábulos como cromossomo, genoma, clonagem, DNA, transgêneros (ZATZ, 2016, NASCIMENTO, 2017) não são desconhecidos completamente até mesmo das pessoas pouco informadas. Assim, temas biológicos transpõem os muros acadêmicos e são discutidos pelos meios de comunicação, inclusive como parte de uma discussão ética.

A linguagem biológica e da genética é um ponto de gargalo na interpretação da Biologia de forma geral, conseqüentemente, o professor acaba sendo um elo importante de fonte de informação e elucidação para a continuidade da aprendizagem (THÖRNE; GERICKE; HAGBERG, 2013; GERICKETRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Desse modo, se as dúvidas não forem esclarecidas a contento, a dificuldade aumentará a cada etapa de ensino. Por isso, é elementar para os educadores explicar os conceitos principais e suas conexões com os outros

de forma direta e clara, elucidando como os conceitos se entrelaçam em diversas realidades com o propósito de alcançar a compreensão de tema e sua linguagem por parte dos educandos (THÖRNE; GERICKE; HAGBERG, 2013).

5.6.2 Segunda coleta de dados com alunos do terceiro ano do Ensino Médio

A segunda coleta de dados ocorreu em novembro de 2019. Essa coleta de dados foi feita com 34 alunos, pela pesquisadora, os quais participaram da pesquisa em 2018 e que agora se encontravam no 3º ano do Ensino Médio. Estes responderam ao questionário que consta no Apêndice C.

Cabe ressaltar que nessa época, os alunos já se encontravam com idades entre 17 e 20 anos e os conteúdos de genética já haviam sido ministrados. Percebeu-se, primeiramente, a inquietação dos estudantes em não saber responder as questões de forma correta. Os participantes demonstraram preocupação por estarem se formando e inseguros diante das perguntas. Após a aplicação do questionário, leu-se cada pergunta e explicou-se para a turma.

Assim como na primeira coleta de dados, muitas informações foram geradas a partir dos questionários com cinco questões. Portanto, analisaram-se, apenas, as questões mais relevantes para esta pesquisa.

A partir das análises da segunda coleta de dados, surgiram três temas: 1. Assuntos que despertam curiosidade; 2. Percepções sobre os avanços da genética e 3. Conhecimentos prévios sobre bioética.

5.6.2.1 Tema 1: assuntos que despertam curiosidade

Os meios de comunicação em massa têm divulgado várias descobertas atribuídas à genética. Assuntos que vão de clonagem a alimentos geneticamente modificados são enfatizados pela mídia (CORRÊA; GALIETA, 2020; FERREIRA; AQUINO; FERREIRA, 2020), cujos assuntos despertam a curiosidade.

A curiosidade remete ao desejo de saber, de conhecer, portanto, no universo escolar, um aluno que deseja saber sobre os assuntos biotecnológicos pode envolver uma relação de prazer em aprender.

Com base nessa perspectiva, surgiu o interesse em saber os assuntos vinculados pela mídia, no campo da genética, que despertam a curiosidade dos alunos e após as análises dos questionários, definiu-se o tema 3: Assuntos que despertam curiosidade, e associados a ele, a primeira categoria “*Alimentos Transgênicos*” (Quadro 9).

Quadro 9: categorias elaboradas do Tema “Assuntos que despertam curiosidade” a partir da análise por Tematização

Questão: Nos últimos meses, algum assunto, no campo da Genética, lhe despertou curiosidade? Qual?	
Categorias	Unidades de Contexto
Alimentos Transgênicos	“Alimentos modificados geneticamente” E09-2 - Escola A “Alimentos transgênicos” A11-2-Escola B
Melhoramento genético	“Produção de insulina” E3-2- Escola A “Planta que é resistente a pragas” E19-2 Escola A
Outros	“Não me lembro” E11-2-Escola A “ Exame de sangue” A6-2 -Escola B

Fonte: elaborada pela autora (2020).

Temas polêmicos como alimentos transgênicos passaram a ser debatidos dentro e fora do universo escolar, na atualidade. Mas os participantes se mostraram confusos em suas respostas, ao considerarem transgênicos e melhoramento genético como sinônimos; como no relato: “milho transgênico que foi melhorado geneticamente” (E23-2- Escola A). Os resultados coadunam com os encontrados por Lourenço e Reis (2013).

Na transgenia, apenas o gene da característica desejada é transferido por meio da manipulação genética, enquanto no melhoramento genético, outros genes são transferidos além daqueles desejados, ao longo do processo de manipulação gênica (MARINO, 2006). Assim, a transgenia, como outros temas na área da biotecnologia, tem uma abrangência no conhecimento científico, que, na maioria das vezes, não é desenvolvido de maneira satisfatória no espaço escolar (GOMES; MORAES FILHO, 2015).

A segunda categoria que emergiu dos relatos dos participantes foi “*Melhoramento genético*”. O melhoramento genético consiste em uma técnica usada

em plantas e animais para a obtenção de populações com características desejáveis para a próxima geração, a partir do controle genético destas características, ou seja, a frequência de genes (GRIFFITHS *et al.*, 2016). As unidades de contexto relacionadas a essa categoria como: “melhoramento genético para desenvolver vacinas” (E12-2 – Escola A) e “melhoramento genético existente em seres humanos” (E07-2-Escola A) apontam que não houve aprendizagem coerente com o conteúdo de biotecnologia. O conhecimento genético sobre temas relativos a suspeitas e confusões são de suma importância para os alunos, na medida em que propicia posicionamentos conscientes e críticos frente às implicações éticas dos desenvolvimentos neste campo do conhecimento (SILVA, 2014).

As unidades de contexto referentes à última categoria “*Outros*” abarcam contribuições que se agrupam em: em branco, não respondida, “Não me lembro” (E41-2-Escola A) e outras que se desviam dos temas citados anteriormente. Essa categoria revela o quão desafiante é o ensino de biotecnologia. Embora o desenvolvimento da genética seja amplamente divulgado na mídia, as informações indicam que os alunos desconhecem o assunto. Nesse sentido, os alunos/população não se sentem seguros em emitir opiniões embasadas pelo tema uma vez que a biotecnologia encerra conceitos e técnicas complexas e questões polêmicas (PEDRANCINI, 2008).

A promoção do discurso da biotecnologia precisa fazer parte do cotidiano do aluno na escola. Assim, é preciso que a biotecnologia seja mais debatida, tendo em vista que influencia diretamente na qualidade de vida. Nessa perspectiva, o papel do professor é importante, especialmente no ensino de ciências, que na prática, aponta desafios em desenvolver reflexões críticas acerca de seus objetivos (PRATA; MARTINS, 2005).

5.6.2.2 Tema 2: percepções sobre manipulação genética e questões éticas

Com a intenção de conhecer a opinião dos participantes sobre os avanços no campo da genética, elencaram-se cinco reportagens atuais que ilustram o progresso da genética com foco nos seres humanos (Quadro 10).

Quadro 10: categorias elaboradas do Tema “Percepções sobre os avanços da genética” a partir da análise por Tematização

Questão:	
Sobre os fatos abaixo, dê sua opinião? Justificando sua resposta	
Categorias	Unidades de Contexto
“Escolha do sexo antes da fertilização”	“Não concordo porque pode ter mais taxa de menino ou menina” E24-2-Escola A “Não concordo, pois é uma coisa natural, o gênero [...] poderá trazer diversos danos, em vez de benefícios” A8-2 Escola B
“Humanos geneticamente modificados”	“Acho que podem prevenir as pessoas de várias doenças” E17-2 Escola A “Acho que seria válido, pois várias vidas poderiam ter um final diferente, sem uma das doenças” A13-2 Escola B
“Comercialização de testes genéticos rápidos sem o conhecimento da pessoa analisada”	“A pessoa precisa da permissão da outra sobre o caso, porque é sobre a genética dela” E7-2 Escola A “Às vezes a pessoa tem uma tendência a ter uma doença grave, e vai sofrer antes mesmo de saber se realmente vai ter essa doença” A1-2 Escola B
“Seleção de embriões para prevenir portadores de doenças genéticas graves”	“É muito bom porque só tira os que não vão sobreviver mesmo, para a criança, não faz diferença” E16-2 Escola A “Concordo, pois eles estão escolhendo a criança com possibilidade de nascer saudável” E29-2 Escola A
“Utilização do código genético de três pessoas diferentes para criar um embrião”	“Só assim que as pessoas que não podem engravidar vão conseguir” E12-2 Escola A “Pode ser considerado uma técnica válida e eficiente para muitas mulheres” E17-2 Escola A

Fonte: elaborada pela autora (2020).

A primeira reportagem discorre sobre o uso da técnica pela qual é possível escolher o sexo antes da fertilização. Cientistas da Universidade Hiroshima, no Japão, revelaram o desenvolvimento de uma técnica pela qual é possível escolher o sexo da criança. Contudo, a seleção de sexo é polêmica e esbarra em questões éticas acerca dos limites da ciência. A evolução da biotecnologia propiciou a seleção do sexo do bebê, podendo ser considerado um método para aumentar a chance de escolher o sexo de uma criança em detrimento de outro (AMORMINO, 2011).

No Brasil, a Resolução 1957/2011, do Conselho Federal de Medicina, proíbe a aplicação de técnicas para a escolha do sexo, que não seja o risco de doença genética (AMORMINO, 2011).

A partir das análises, manifestou-se a primeira categoria “*Escolha do sexo antes da fertilização*” (Quadro 10). A maioria das unidades de contexto que emergiram discordaram da técnica, no caso de seres humanos. Os resultados demonstram que os participantes têm posição moral sobre o assunto, porém com argumentos superficiais como: “não concordo porque tem que deixar a natureza, pois a fecundação tem que ocorrer naturalmente” (E41-2 Escola A) ou “não, porque mexe com a natureza humana, e impede que seja algo natural” (E3-2 Escola A). Nesse contexto, é indispensável refletir sobre o método de escolha do sexo, de modo que os alunos construam opiniões mais robustas sobre o tema. Os poucos participantes que concordam, como no relato “concordo porque não vai estar prejudicando ninguém” (E23-2 Escola A), também se posicionaram de maneira rasa sobre o tema.

Para Cloret e Goldim (2004), a aplicação da técnica para prevenir doenças não suscita questões éticas, mas alerta que, quando da realização do procedimento, resulta em doação de embriões e consequente supressão de vidas humanas em desenvolvimento, poderia decorrer em eugenia⁹.

A escolha do sexo é polêmica, portanto, requer do professor conhecimento para mediar o debate em face do avanço da biotecnologia. Assim, deve ser ofertado ao docente recursos e meios para estimular o aluno a transpor o conhecimento científico para a formação de opinião.

A segunda categoria que despontou foi “*Humanos geneticamente modificados*”, cuja técnica trata da edição genética¹⁰ de embriões humanos (FURTADO, 2019). O DNA pode ser editado para melhorar características humanas, para criar alimentos transgênicos, para tratar doenças, entre outras finalidades. Contudo, estudos como estes provocam discussões acerca da aceitabilidade e as consequências da manipulação do DNA humano (FURTADO, 2019).

Ao contrário da primeira categoria, a maioria dos participantes disse concordar que a tecnologia de manipulação genética seja usada em humanos.

⁹ Em 1883 o inglês Francis Galton utilizou o termo eugenia, que tem origem na palavra grega Eugénios – “bem-nascido”, para definir um processo que visava selecionar espécies humanas entre mais capazes e menos capazes. (GALTON apud GOLDIM, 1998).

¹⁰ Procedimento em que partes específicas do DNA são eliminadas, permitindo sua substituição por novas sequências de genes (TOBITA; GUZMAN-PELE; LH'ORTET, 2015).

Contudo, percebe-se que eles não conseguem usar as informações necessárias para justificar os argumentos, como: “vai ajudar em várias doenças” (E22-2 Escola A); “se for para o bem, deve ser estudado, mas apenas se a pessoa estiver de acordo” (E16-2 Escola A), valendo-se de informações sem profundidade e argumentos científicos. Nesse cenário, é importante que os alunos recebam base teórica sobre temas controversos no ensino de genética para formarem opiniões racionais. Carvalho, Olympio e Allain (2012) corroboram essa opinião, pois, em trabalho realizado com alunos de Ensino Médio para abordar questões bioéticas, observaram-se mudanças de opiniões quando os temas foram tratados por meio de leituras e discussões em sala de aula.

A terceira categoria presente na análise relaciona-se à categoria “*Comercialização de testes genéticos rápidos sem o conhecimento da pessoa analisada*”, em geral considerada inapropriada pela maioria dos participantes, “eu acho que tem que ter um consenso da pessoa que vai ser analisada” (E13-2 Escola A); “acho que não é certo” (E16-2 escola A). Os resultados encontrados coincidem com os autores Alves e Caldeira (2005) que, em trabalho semelhante, os alunos apontaram as limitações impostas pelos testes genéticos como uma consequência negativa acerca da manipulação do DNA.

Os testes genéticos permitem à pessoa conhecer sua predisposição a determinadas doenças, podendo assim, conduzir melhor a sua saúde e poder tomar decisões reprodutivas, escolher um estilo de vida mais saudável, decisões profissionais, entre outras (STIVAL, 2020). Em contrapartida, diversas pesquisas ressaltam as implicações sociais que as tecnologias e conhecimentos, incluindo os testes genéticos, podem impactar as vidas das pessoas que se submetem a eles (GASPAR NETO; SANTOS, 2011), com dilemas éticos frente ao não consentimento da pessoa analisada. Sobre isso Zatz (2016) alerta:

(...) os princípios da privacidade e da confidencialidade são considerados referências obrigatórias (...) representam um pressuposto tão central na área médica que se tornaram um tema regulamentado por inúmeros códigos legais e éticos, nacionais e internacionais (ZATZ, 2016, p. 49).

Para Wood-Robinson, Lewis, Leach (1998), os conhecimentos científicos sobre a genética podem ser usados para fins utilitários pela população de modo prático e útil a partir da alfabetização científica, incluindo-a no currículo da Biologia,

para que os alunos sejam capazes de discutir e decidir acerca das questões que venha a afetar suas vidas.

A quarta categoria que emergiu da análise refere-se à “*Seleção de embriões para prevenir portadores de doenças genéticas graves*”. As técnicas de seleção de embriões podem ser usadas em mulheres que engravidam naturalmente, mas, que, por algum motivo, apresentam histórico familiar com certa doença hereditária. Nesse cenário, Sandel (2013) comenta que:

(...) os críticos da engenharia genética argumentam que (...) a busca por crianças feitas sob encomenda não passa de eugenia “privatizada” ou de “livre mercado”. Já os defensores retrucam que as escolhas genéticas feitas livremente não são eugenia, pelo menos não no sentido pejorativo do termo. Retirar o aspecto da coerção, argumentam, é retirar aquilo que torna a eugenia repugnante (SANDEL, 2013, p. 81).

Sobe esse aspecto, os participantes vêem benefícios no método, como identificado na fala de E18-2 Escola A “Pode-se evitar o sofrimento dos pais e da família, sabendo que podem descobrir a doença antes do bebê nascer” e no relato de E22-2 Escola A “Eles estão realizando sonho de outras pessoas”. Porém, alguns participantes não concordam com essa situação, na opinião deles: “Eles não podem escolher quem vive” (E27-2 Escola A); “Realmente é necessário isso, com tantos meios de adoção, e muito mais, é preciso mesmo brincar com isso? A vida não é deles “pra” dar ou tirar” (A11-2 Escola B).

Percebe-se, de acordo com os relatos, que a ideia de ser possível selecionar um embrião saudável oportuniza muitas discussões. Além de debates também em torno da possibilidade de definir outros aspectos genéticos dos bebês, como a cor dos cabelos, tipo físico, cor dos olhos e outras características. Assim, destaca-se o papel do professor em conduzir tais discussões em classe, pois se almeja dele a capacidade de estabelecer e manter um ambiente adequado de apoio a esse tipo de discussão, encorajando os alunos na tomada de posição (SILVA, 2011).

A quinta e última categoria foi “*Utilização do código genético de três pessoas diferentes para criar um embrião*”. O método consiste em criar embriões usando material genético de três pessoas, visando à substituição do material genético defeituoso e eliminar doenças raras que podem causar a morte prematura do bebê. Ao analisar as análises de contexto, constatou-se que a maioria dos participantes acha correto o uso da técnica pelo qual a criança nasce com o DNA de três pessoas,

conforme relata E24-2 Escola A “dá a possibilidade de a pessoa realizar seus sonhos” e A11-2 Escola B “esta criança foi planejada pelo casal”.

Essas práticas supracitadas suscitam vários questionamentos, tais quais perpassam sobre a ética desses procedimentos. A partir disso, indaga-se se aqueles que sofreriam manipulação genética, gostariam de possuir tais atributos, até mesmo antes de seu nascimento. Buchanan *et al.* (2000) e Sandel (2013) afirmam que o fato da genética ser a ciência da hereditariedade, cujo estudo promete oferecer benefícios para a sociedade, é difícil impedir que o desenvolvimento genético aconteça com indícios de eugenia, de maneira que ela é apresentada pela literatura como o desafio ético das pesquisas em biotecnologia. Dyck (1997) complementa dizendo que a eugenia, em inúmeros momentos, ainda é uma realidade, praticada atualmente, deixando de ser coisa do passado.

O fato de reconhecer que os genes integram parte das condições básicas, cujos problemas de saúde ocorrem, difere de conceder aos genes papel central nesse processo (JUENGST, 2000). Desse modo, classificar as doenças como “genéticas” têm consequências relevantes, em virtude de as doenças genéticas serem vistas numa perspectiva definitiva, com implicações familiares (JUENGST, 2000).

Diante desse cenário, Sanches e Souza (2008) alertam que:

(...) é necessário evitarmos as posições radicais e entusiastas, marcadas pela euforia das descobertas. Também não devemos subestimar, nem negar a novidade que está diante de nós. Pensar a respeito do ser humano no presente sem incorporar os conhecimentos da pesquisa em genética, seria uma imperdoável omissão (SANCHES; SOUZA, 2008, p. 281).

Assim, é preciso que essa temática também seja discutida no espaço escolar para levar os alunos a reflexões mais críticas e conscientes. Embora desafiador para o professor, pois requer visão mais ampla do ensino, com abordagem mais formativa e criativa, promovendo a consciência crítica e ética do mundo, é necessária a inserção da bioética.

5.6.2.3 Tema 3: conhecimentos prévios sobre bioética

A elaboração do terceiro tema da análise baseou-se nas respostas à pergunta do questionário em relação aos conhecimentos prévios dos alunos sobre bioética. As respostas foram divididas em 3 categorias, conforme o quadro 11.

Quadro 11: categorias elaboradas do Tema “Conhecimentos prévios sobre bioética” a partir da análise por Tematização

Questão:	
Você sabe o que significa bioética? Comente a sua resposta.	
Categorias	Unidades de Contexto
Ética na ciência	“Princípios éticos nos experimentos científicos” E45-2 Escola A “ética no progresso genético” A8-2 Escola B
Limites na ciência	“O limite de até onde a ciência pode ir” E1-2 Escola A “Acredito que seja os limites dos estudos científicos” E27-2 Escola A
Outros	“Bio” eu sei que é vida, mas ética eu não sei o quer dizer” E5-2 Escola A “Eu nunca escutei essa palavra” E17-2 Escola A

Fonte: elaborada pela autora (2020).

As unidades de contextos relacionadas à categoria “*Ética na ciência*” corroboram com os autores Koerich *et al.* (2005) ao afirmarem que a bioética se refere aos problemas éticos derivados das descobertas e aplicações das Ciências Biológicas, cujas aplicações trazem em si consequências para a humanidade, impelindo profunda reflexão.

Assim, as concepções dos alunos sobre o tema não são equivocadas e focam em alguns aspectos da ética aplicados à Biologia, como no relato de E29-2 Escola A ao afirmar que “são valores que precisam ser respeitados” que se deve considerar quando se trata de “modificação ou alteração da vida” e na fala de A6-2 Escola B ao dizer que “tem a ver com princípios éticos na Biologia”. Segundo Pedro (2014) a ética faz referência à natureza dos princípios e valores implícitos nas normas dos grupos sociais.

Outra unidade de contexto que emergiu foi “Limites na ciência” que em seus relatos, os participantes afirmam que a bioética aborda os “limites que a Biologia deve ter” (E12-2 Escola A). Garrafa *et al.* (2009) argumentam que algumas situações

bioéticas continuam dividindo opiniões no que se refere aos limites do desenvolvimento científico. Portanto, refletir sobre os limites éticos e morais na sociedade contemporânea, mas Zatz (2016) alerta que a discussão sobre os limites dos avanços da genética ainda irá gerar muitas discussões nas próximas décadas.

Nesse cenário, Fischer *et al.* (2017) defendem que é necessário que o professor saiba lidar com temas, valores e limites, além dos aspectos científicos geradores de questões polêmicas, não existindo um modelo de formação específico. Salienta-se os professores de Ciências e Biologia, cujos conteúdos formativos correlatam às primeiras etapas de desenvolvimento da bioética (DÓRIA; MOREIRA, 2011).

Na categoria “Outros”, foram alocados vinte e sete dos trinta e quatro respondentes, que podem ser agrupadas em: não respondeu, “já ouvi falar, mas não me lembro” (A4-2 Escola B); “nunca ouvi essa palavra” (A13 2 Escola B) superficial “eu acho que deve ser a ética no meio da Biologia” (E24-2 Escola A). Essa categoria reflete o desconhecimento da maioria dos alunos sobre o tema e que o assunto não é aprofundado em sala de aula como relata A11-2 Escola B, ao afirmar que ouviu falar na aula, “mas o conteúdo não foi aprofundado”. Os resultados dessa análise coadunam com os estudos de Fischer *et al.* (2017), em trabalho realizado com graduandos oriundos da saúde e das Ciências Sociais e aplicadas, revelou pouco conhecimento prévio de bioética.

Diante da educação dialógica proposta por Freire (2017) e da ação comunicativa apontada por Habermas (2016), pode-se dizer que esse tipo de resultado corrobora com as preocupações desses pensadores na formação de uma sociedade crítica-reflexiva.

Os dados mostram que os alunos pesquisados têm dificuldades em compreender conceitos básicos de genética além de não apresentarem um pensamento autônomo e analítico acerca das questões éticas que envolvem o progresso da genética. As dificuldades apresentadas pelos alunos estudados podem ser atribuídas a vários fatores e um deles é a questão das terminologias, que se restringem aos conhecimentos da Biologia, e que não estão presentes no cotidiano dos alunos.

Em se tratando de genética, para que haja a assimilação dos avanços nessa área, é necessária a compreensão dos conceitos básicos. Leal (2017) cita que tal fato é desafiador já que a aprendizagem na escola se dá de maneira fragmentada,

separada em séries e estas divididas em bimestres, e sucessivamente, necessitando assim, de uma integração dos diferentes conteúdos abordados na disciplina de Biologia.

Embora o trabalho com conteúdos polêmicos contribua para o desenvolvimento de um conhecimento mais aprofundado da ciência, para que o aluno possa compreender a aplicação e consequência que permeia a genética, ele necessita de noções básicas aprendidas no espaço escolar.

O conhecimento aprofundado refere-se à uma educação voltada para a preparação do aluno, o qual seria submetido a uma alfabetização científica. Esta deve expandir a capacidade da organização do pensamento do educando, de maneira lógica, além de ajudar na formação de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Portanto, sugere-se que a alfabetização científica colabora com um ensino que visa a formação do aluno que se preocupa com as implicações éticas frente ao desenvolvimento da genética, bem como desenvolver habilidades de ponderação, análise e diálogo, fundamentais para o exercício de atitudes responsáveis na sociedade.

Em consonância com o pensamento de Sasseron e Carvalho (2011) sobre alfabetização científica, Paulo Freire (2013) afirma que a alfabetização é mais do que o domínio mecânico e psicológico das técnicas de ler e escrever, é a compreensão consciente dessas técnicas. A aprendizagem mecânica, proveniente de pedagogias baseadas em uma abordagem de memorização, não garante a alfabetização do estudante, mas sim uma fixação, apenas, para a realização das provas e aprovação.

Nesse contexto, o professor tem um papel relevante para o desenvolvimento de habilidades para o exercício de análise, interpretação e reflexão crítica nos alunos, mas, devido a vários fatores, consequência de um ensino voltado para a técnica, é desafiador estabelecer um debate com os estudantes.

Pequisas destacam as dificuldades encontradas em discutir questões polêmicas em sala de aula: insegurança, desconforto em se expor, falta de tempo, interesse em ensinar apenas os conceitos, entre outros (BRYCE; GRAY, 2004; SILVA; KRASILCHIK, 2013). Desse modo, torna-se indispensável priorizar a formação dos docentes e ofertar material didático para que tenham condições de inserir a discussão e reflexão sobre questões bioéticas em seu cotidiano escolar.

5.7 Proposta para atividades didáticas com enfoque bioético

A genética é considerada o núcleo do ensino de Biologia, pois fornece um conjunto de informações que auxiliam a compreensão de diversos temas ligados à vida e à saúde e reconhecido como um dos mais importantes no contexto da Biologia escolar (GOLDBACH; MACEDO, 2008; PAIXÃO JÚNIOR *et al.*, 2015).

Entretanto, mesmo frente aos progressos nessa área e as constantes divulgações na mídia, os conteúdos de genética no nível médio, de um modo geral, são conhecidos um dos mais problemáticos, do ponto de vista dos professores e estudantes (GOLDBACH; MACEDO, 2008; KARAGOZ; ÇAKIR, 2011; PAIXÃO JÚNIOR *et al.*, 2015).

No contexto da bioética, pesquisas mostram que, mesmo frente aos avanços na ciência, a sociedade, ainda, desconhece boa parte desses conceitos, especialmente para emitir opiniões sobre seus possíveis riscos ou benefícios. Exemplos desses conceitos: o de transgenia, genômica, clonagem e células-tronco (PEDRANCINI *et al.*, 2008).

Habermas defende a fundamentação mais consistente dos valores éticos a fim de validar noções essenciais para a vida em comunidade em defesa dos direitos humanos (DEMO, 2003). Para o pensador, entre os efeitos dos avanços genética, se encerram prejuízos à autonomia, à liberdade e à igualdade do ser manipulado, sendo preciso recorrer à ética da espécie (HABERMAS, 2010). Contudo, acredita que, em caso de doenças, seria possível a manipulação genética, mas posiciona-se contrário ao objetivo tão somente de aperfeiçoamento (HABERMAS, 2010).

Apesar de Paulo Freire não ter vivenciado a palavra bioética, o autor coloca-se contra a economia de mercado, a ambição, defendendo a ética universal do ser humano, pautada no respeito e na solidariedade, mantendo uma relação estreita com as questões polêmicas que perpassam os avanços científicos. Nesse escopo, o autor contribui para que se pense criticamente a realidade, dando notoriedade àqueles não beneficiados pelos interesses de mercado, podendo convergir com a bioética em defesa do direito à vida e na oposição às diversas formas de opressão e violência.

O professor deve iniciar as atividades dialogando com a turma, levantando questões específicas sobre o tema selecionado e estimulando o debate em torno do progresso da genética e as questões bioéticas envolvidas. Nesse contexto, os temas

explorados nas atividades didáticas foram dedicados à interface entre esses dois conceitos.

Embora desafiador para o professor, é importante incorporar na aula aspectos que envolvem a reflexão bioética, de modo a promover o crescimento moral, cujo processo permite a compreensão dos fenômenos biotecnológicos e suas possíveis implicações (FISCHER *et al.*, 2018).

Buiatti (2004) comenta que a modificação genética dos seres vivos traz imprevisibilidade. E isto deve ser considerado para não ficar à mercê de temores irracionais frente às consequências que podem acarretar dos procedimentos de engenharia genética. Ressalta, ainda, que não se trata de demonizar e combater os avanços genéticos, mas avaliá-los, racionalmente, de todos os pontos de vista, mas também sem aceitar “*a priori* posições fideístas”.

Nessa realidade, a seleção dos textos ancorou-se em duas proposições, segundo Reis (2003):

1 – as consequências éticas e morais dos avanços tecnológicos e científicos no âmbito da genética, da biotecnologia e da tecnologia da medicina compreendem um excelente tema para debates em grupo. Esses temas colaboram para a criação de um ambiente de debate e reflexão, considerando-se a atualidade e interesse por esses assuntos;

2 – A sociedade moderna requer cultura científica que prepare as pessoas para uma avaliação crítica dos impactos da ciência e da tecnologia na atualidade. Desse modo, é primordial que a população esteja apta a opinar e a ponderar as potencialidades e perigos dos avanços científicos a fim de participar em processos decisórios que diz respeito a todos.

Assim, a elaboração da proposta didática ocorreu na perspectiva do diálogo e da integração de conteúdos de forma crítica, reflexiva (ZABALZA, 2007) para a realização com alunos do 3º ano do Ensino Médio. O critério de escolha do ano de escolarização assentou-se na Proposta Curricular do Estado do Rio de Janeiro, cujo ensino de genética acontece no 3º ano do Ensino Médio.

Essa proposta didática tem o propósito de munir os educadores, que tenham acesso a este material, o vejam como consulta. Com efeito, pretende-se oferecer ao educador mais um suporte para a deflagração de questões que estimulem o interesse dos alunos pela bioética, no âmbito da genética. Cabe ressaltar que essa proposta não deve ser considerada uma “receita pronta”, a qual garantirá a

aprendizagem, mas almeja-se estimular o professor na busca de novas situações a partir dessas sugestões para discussão. Na medida em que forem expandidas as pesquisas e novos trabalhos sobre a abordagem bioética no contexto escolar forem divulgados, será possível aperfeiçoar as estratégias para despertar o interesse dos estudantes pela ciência, em particular pela genética, por meio de histórias reais que envolvem dilemas éticos.

Organizou-se a atividade didática com textos cujo tema central foi “bioética e avanços da genética” aliado a outros subtemas cujos conteúdos estão relacionados ao PCN do Ensino Médio de Biologia como mostra o Quadro 12.

Quadro 12: organização dos textos nas atividades didáticas

Textos	Unidade temática	Conteúdos
1	Dados genéticos e privacidade e a dignidade	Genoma, mapeamento genético, biotecnologia e bioética
2	Terapias genéticas e seus limites	Genoma, terapias afins, bioética e eugenia
3	Interfaces do aspecto econômico e manipulação genética em saúde	Genoma, biotecnologia e bioética
4	Genoma humano e direito de propriedade	Projeto genoma, biotecnologia e bioética
5	Organismos Geneticamente Modificados	Tecnologia do DNA recombinante, transgenia e bioética
6	Pesquisas com células-tronco	Tipos de células, divisão celular, células-tronco embrionárias e bioética
7	Limites da clonagem	Célula, genoma, tipos de clonagem, bioética.

Fonte: elaborada pela autora (2020).

A atividade didática tem uma duração estimada em 200 minutos, ou seja, dois tempos de aula por semana durante duas semanas, levando cerca de 15 dias a conclusão.

Sugeriu-se que o professor iniciasse as atividades com um diálogo com a turma, levantando questões específicas sobre o tema selecionado e com recursos didáticos variados (cenas filmicas, slides, reportagens, entre outros). Freire defende que, para a comunicação ser eficiente, é preciso que os interlocutores apreciem o que lhes estimule a “pensar, expressando-se por meio de signos linguísticos comuns, para aprenderem, de forma semelhante, algo sobre o comunicar e sobre a realidade observada” (POLLI, 2013, p. 120). Assim como Habermas, que prega que

interações argumentativas podem promover posicionamentos comuns acerca do que fazer (HABERMAS, 2016).

Para estruturar essa proposta, foram selecionados sete “casos” (Apêndice F), com base em reportagens reais, publicados em revistas e jornais de circulação nacional pertinentes ao assunto “bioética e avanços genéticos”, previamente adaptados para os alunos lerem analisarem e debaterem em grupos.

A análise de textos oferece proximidade do público escolar com os elementos da ciência, pois apresenta novos elementos que, muitas vezes, não foram devidamente explorados durante a apresentação dos conteúdos. Além disso, são capazes de proporcionar debates e discussões sobre diversos assuntos e ainda podem instigar a curiosidade do aluno, promovendo o desenvolvimento de aptidões como a leitura e a interpretação (FERREIRA; QUEIROZ, 2012; SOUZA; ROCHA, 2017). Entretanto, cabe ao professor iniciar a aula trabalhando o conceito de biotecnologia. Para tanto, a atividade foi dividida em duas etapas.

Na primeira etapa, os estudantes serão convidados a refletir sobre as biotecnologias recentes e a importância delas para a espécie humana. Essa etapa busca motivar os alunos, tornando-os interessados nos assuntos apresentados (LOPES, SILVA-FILHO; ALVES, 2019). No presente caso, optou-se pela exibição de um vídeo que introduz importantes conceitos acerca da bioética que serão trabalhados nos “casos” como fertilização “*in vitro*”, “eugenia”, “clonagem”, cujo filme está disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=FXACjl6Mfzk&t=2s> (Quadro 9). A atividade inicial está descrita no Quadro 13.

Quadro 13: descrição da atividade inicial

Atividade inicial					
Tipo de atividade	Título da atividade	Material necessário	Descrição sucinta	Divisão da turma	Tempo estimado
Vídeo	Vídeo – o que é Biotecnologia?	Datashow com saída para áudio e vídeo/ Televisão com entrada USB/ pen drive	Vincular, por meio das imagens, os conceitos acerca das biotecnologias recentes e a importância delas para a	Participação dos alunos formando grupo único	5'03"

			espécie humana		
--	--	--	-------------------	--	--

Fonte: elaborada pela autora (2020).

É fundamental que se abra espaço para que a turma possa se colocar, pontuando suas visões sobre o tema e apresentando suas dúvidas. Por essa razão, descobrir o que os estudantes já sabem e quais são as suas reais expectativas sobre o tema constituem etapas obrigatórias para que ocorra a aprendizagem de maneira significativa.

O educador deve atuar mediando o debate em sala, instigando o aprofundamento de novos temas pertinentes e consolidando os itens conceituais junto à turma. Nesse contexto, é imprescindível que o professor repense o processo de ensino e aprendizagem, buscando entender seu papel na sala de aula. O docente deve planejar ambientes de aprendizagem que permitam ao aprendiz ser mais ativo, dando-lhe a oportunidade de *construir* conhecimentos significativos (NEUMANN; STRIEDER, 2018; CHASSOT, 2003; NEUMANN; STRIEDER, 2018).

O professor, como mediador do processo ensino-aprendizagem, deve levar o aluno a se apropriar do conhecimento científico, valorizando o conhecimento do aluno, que é baseado em sua experiência de vida, e oferecer a este a oportunidade de ampliar este conhecimento.

O educador como o mediador entre o processo de ensino-aprendizagem precisa auxiliar o aluno a se apropriar do conhecimento científico. Libâneo (2001) discute que o professor precisa de uma formação que o possibilite adquirir uma cultura geral ampla, para que seja capaz de aprender a aprender, capacidade de comunicação clara e objetiva, agir de forma adequada em sala de aula e que saiba articular os recursos tecnológicos e as modernas mídias em suas aulas.

Nesse seguimento, a atividade foi planejada em duas etapas de exibição do vídeo. Os alunos devem, após serem introduzidos ao tema, assistir, em um primeiro momento, a todo o vídeo e, posteriormente, acompanhados da intervenção do professor, assistir pausadamente cada imagem do vídeo. Ao atingir os objetivos cada grupo, será convocado a escrever e verbalizar a principal ideia do filme auxiliado pelas indagações e complementações do professor.

As diversas opiniões dos alunos deverão ser anotadas na lousa para socialização, na qual outras ideias poderão ser acrescentadas pelo professor.

A segunda etapa da atividade configura-se com a organização da turma em grupos de discussão com quatro a seis alunos e a distribuição dos sete “casos” a serem solucionados. Os grupos deverão ser heterogêneos (gênero, etnia, interesses, desempenho escolar entre outros) a fim de aumentar as probabilidades de diversificação dos pontos de vista e valores pessoais. Para se assegurar a participação de todos os elementos dos grupos, poderão ser atribuídos papéis ou tarefas específicas a cada um deles.

A distribuição de papéis ou tarefas complementares visa contribuir para a organização das relações dentro do grupo e assegurar a responsabilização por determinados aspectos da tarefa. A interdependência de papéis ou funções requer que cada elemento do grupo desempenhe a sua parte. Cada elemento poderá ficar responsável por centrar a sua atenção num dos seguintes aspectos do tema: fatos conhecidos, aspectos positivos, aspectos negativos e sentimentos despertados. Ao final cada um deverá apresentar ao grupo o resultado da sua pesquisa individual e, em conjunto, procurarão alcançar uma conclusão ou uma decisão final que integre toda a informação recolhida e as diferentes opiniões.

A atribuição de tarefas pelo professor permite selecionar o papel mais adequado às capacidades de cada aluno. Nessa direção, cada grupo recebe um “caso” para ler, discutir, investigar e responder entre si, sem o professor dar respostas prontas às dúvidas e perguntas, mas instigando os estudantes à pesquisa. Os “casos” utilizados encontram-se no Quadro 14.

Quadro 14: descrição atividade final

Atividade final					
Tipo de atividade	Título da atividade	Material necessário	Descrição sucinta	Divisão da turma	Tempo estimado
Casos	1 – “Tinder genético” é proposto por pesquisador de Havard 2 – Bebês gêmeas nascem com genes editados por cientista 3 – Bebês com síndrome de Down podem parar de nascer na Inglaterra 4 – Como empresas estão ganhando dinheiro com seu DNA 5 – Retirada do símbolo que	Casos impressos	Suscitar a reflexão e o debate em torno de temas polêmicos e suas implicações bioéticas.	Participação dos alunos formando grupos de 4 ou 6 alunos	155 min.

	indica presença de transgênicos 6 – Número de embriões congelados no Brasil mais do que dobrou em cinco anos 7 – Técnica com macacos deixa ciência mais próxima da clonagem humana				
--	--	--	--	--	--

Fonte: elaborada pela autora (2020).

Os alunos com acesso à *Internet* no telefone celular poderão fazer pesquisas sobre o “caso” a ser analisado e inserir nas respostas. Após o período de 20 minutos, cada grupo elegeria um representante para ir à frente da classe e compartilhar com os demais alunos como se posicionaram diante do problema a ser solucionado e ouvindo o que pensavam os demais colegas. O intuito desse primeiro momento é instigar a turma para uma percepção dos procedimentos biotecnológicos que envolvem a genética e orientar a construção do pensamento crítico através de pesquisas pré-existentes. Nesse segmento, Polli (2013, p. 129) advoga que:

(...) um posicionamento ético-solidário-emancipatório não se pode construir a partir de uma realidade em que não se contemplem conflitos sobre a própria noção de valores, porque não há harmonia e consenso de valores, já que conflitos sociais e ações autoritárias os sobrepujam. Há contradições e conflitos que emanam das diferentes éticas, resultantes dos interesses de diferentes grupos sociais.

Portanto, pretende-se abordar a bioética de modo a tornar mais claro seu entendimento a partir de uma reflexão da mesma, por meio de notícias divulgadas pela mídia.

A seguir, será discutida cada situação, com o objetivo de respondê-las em conformidade com a abordagem biética.

1 – “Tinder genético” é proposto por pesquisador de Havard – esse texto noticia o desenvolvimento de um aplicativo de relacionamento que seleciona pessoas “geneticamente compatíveis” por um geneticista, da Universidade de Harvard. Segundo o pesquisador, a finalidade do aplicativo é evitar o encontro de casais com genes “incompatíveis” e assim evitar que tenham filhos com doenças hereditárias.

A técnica relatada acima traz consigo várias reflexões bioéticas, pois não são apenas as doenças que são transmitidas geneticamente, mas as características físicas também como cor da pele, cor do cabelo, cor dos olhos entre outras. Sobre os casais saberem se, no futuro, seriam compatíveis para ter filhos ditos perfeitos, Zatz (2016, p. 125) alerta: “(...) esses testes permitem excluir doenças, mas jamais garantir um descendente perfeito. (...). Estamos falando de uma nova forma de eugenia? Será que as pessoas não vão se sentir estigmatizadas? ”

Os opositores, ao desenvolvimento da Reprodução Humana Assistida, complementam argumentando que alterar o acaso na composição genética, interfere profundamente no campo da moralidade e reiteram que a interferência na composição genética limitaria a liberdade da pessoa. Sobre isso, os defensores desta ideia defendem que:

(...) cada pessoa tem direito à “loteria genética”, a ser um “acaso na natureza”. Essa autonomia comporta, portanto, o direito a que a constituição genética não seja violada e nem modificada, a não ser que a pessoa mesma o faça ou a autorize, obedecendo ao princípio de respeito ao próprio ser (BARTH, 2005, p.382).

Entretanto, essa alegação é rebatida por alguns autores como Frias (2010, p. 130), a partir da percepção de que:

(...) mesmo que fosse permitido aos pais (...) modificar o genoma de seu filho de acordo com todas as suas preferências, isso não garantiria que eles teriam o filho que sonharam. (...) a influência da epigenética (os acontecimentos bioquímicos que influenciam na expressão gênica) e do ambiente é enorme.

Assim, o método não deve ser visto como controle da liberdade da pessoa, na medida que promove a garantia de melhores condições de vida ao sujeito, como imunidade maior e ausência de deficiências, estendendo suas opções de vida e, portanto, sua liberdade, complementa o autor (FRIAS, 2010).

É importante ressaltar que o avanço genético deve, sempre, ser utilizado à luz do Princípio da Autonomia das pessoas, cujo controle da tecnologia sobre o mundo natural não é um fim em si mesmo, mas uma ferramenta para permitir o bem-estar das pessoas. Assim, se as técnicas para se evitar o aparecimento de doenças genéticas não forem feitas cautelosamente, elas podem levar a resultados moralmente reprováveis.

Nessa perspectiva, ao trazer esse texto para a sala de aula, pode levantar debates que possibilitem o desenvolvimento da percepção ética e da capacidade do aluno em lidar com a ambiguidade moral.

2 – Bebês gêmeas nascem com genes editados por cientista – essa notícia divulga que um pesquisador chinês afirma ter ajudado a criar os primeiros humanos com DNA editado em laboratório. De acordo com o cientista, ele e sua equipe alteraram o código genético de duas meninas para torná-las mais resistentes ao HIV, o vírus da AIDS, por meio da técnica do Crispr-Cas9¹¹.

Se for verdade, pode ser considerado um ato histórico e polêmico, pois alterar o código genético provoca discussões controversas. Após a divulgação pelo pesquisador chinês, instituições médicas e científicas condenaram esse feito, destacando a necessidade da criação de dispositivos éticos e legais a fim de evitar experimentos sem supervisão como esse ocorram (Belluck, 2019), visto que tal procedimento não se encontra em publicação oficial analisada criticamente por outros pesquisadores, cujo padrão de veracidade e confiabilidade é redobrado acerca do que foi enunciado (SGANZERLA; PESSINI, 2020).

Embora a técnica inovadora sugira grandes benefícios no que se refere ao seu uso terapêutico, levanta dilemas quando associada à eugenia, trazendo inúmeras preocupações (BARBOSA; RAMPAZZO, 2020). Dentre as apreensões, configura-se “o fato de a história demonstrar que o ser humano não costuma ser prudente quando se trata de aplicação de novas tecnologias” (BARBOSA; RAMPAZZO, 2020, p. 108). Nesse sentido, o caráter ético dessa técnica é questionável.

Assim, os cientistas receiam que a sociedade reaja negativamente ao estudo com a edição genética com outros seres vivos, cuja pesquisa representa uma iminente prevenção ou tratamento de doenças, não se limitando ao medo provocado pela eminência de as crianças desenvolverem inesperados problemas de saúde ou à produção de crianças alteradas geneticamente com certas características intelectuais, físicas ou atléticas (BARBOSA; RAMPAZZO, 2020).

A discussão mostra-se amena enquanto o método é usado para o tratamento de doenças, sem a transmissão dos genes modificados a futuras gerações. Contudo,

¹¹ Técnica que, em colaboração com a proteína Cas corrige um ou mais genes defeituosos em qualquer célula viva (MELDOLESI, 2017).

é preciso ter atenção à maneira como os estudos são conduzidos, os quais precisam nortear-se nas consequências do sucesso deles. Dessa forma, é preciso impor limites e questionar a liberdade de pesquisa, que, apesar de configurar muitos avanços, os prejuízos quiçá causados não podem ser esquecidos (JONAS, 2013).

Nessa perspectiva, o uso do método é arriscado, pois não é possível presumir as consequências futuras. E, apesar de qualquer técnica ter riscos, “não se pode admitir que mudanças genéticas transmissíveis a futuras gerações sejam implantadas indiscriminadamente” (BARBOSA; RAMPAZZO, 2020, p. 109). É fato que as incertezas científicas quanto aos resultados são inerentes aos experimentos nessa área, sendo necessário todo cuidado possível (JONAS, 2013). Somado a isso, está o fato de que os resultados imprevisíveis e irreversíveis serão transferidos para as futuras gerações, o que pode acentuar as suas consequências (BARBOSA; RAMPAZZO, 2020).

Entretanto, embora a manipulação genética em humanos gere várias incertezas, é inegável os benefícios que esses estudos sugerem, como algumas terapias que demonstram avanços significativos na medicina, pois a edição de genes humanos possibilita a substituição de genes defeituosos por outros saudáveis (BARBOSA; RAMPAZZO, 2020), porém o Princípio da Beneficência (traz mais benefícios que riscos) deve ser aplicado. Na prática, o Princípio da Dignidade¹² do sujeito seria desrespeitado em detrimento dos benefícios. O que deve ocorrer é a implementação de valores éticos que orientem as pesquisas nesse campo científico.

Nesse cenário, a discussão em sala de aula deve promover a reflexão prudente sobre a edição genética em seres humanos pautada na dignidade humana, no bem-estar humano e no futuro da humanidade.

3 – Bebês com síndrome de Down podem parar de nascer na Inglaterra – a matéria relata que a Inglaterra instituiu um exame naquele país que pode permitir o aborto de bebês com síndrome de Down¹³. O exame é legalizado no país e disponibilizado na rede pública e é chamado pela sigla NIPT (teste pré-natal não

¹² A dignidade é um atributo que qualquer ser humano possui, pelo simples fato de ostentar essa condição. Não se relaciona com sua etnia, seu modo de viver, seu grau de escolaridade, sua personalidade etc. Assim, para ser titular de dignidade, basta pertencer à raça humana (BARBOSA; RAMPAZZO, 2020, p. 112).

¹³ Anomalia genética também chamada de Trissomia 21, cuja ocorrência tem relação com uma modificação no número de cromossomos do par 21, devido a um erro na separação destes em uma das células dos pais, causando a presença de um cromossomo sobressalente (OLIVEIRA; ALMEIDA JUNIOR, 2017).

invasivo, na sigla em inglês). O NIPT, que detecta a síndrome de Down, pode revelar outras anomalias genéticas além do sexo do bebê (SANCHES, SILVA, OLIVEIRA, 2020).

Questionamentos bioéticos permeiam a possibilidade de os pais interromperem a gravidez no caso de uma criança com alguma anomalia cromossômica, como uma prática eugênica.

Nessa perspectiva, em relação a exames genéticos que incentivam o aborto de embriões e fetos, sugerem “mecanismos sofisticados que perpetuam a violência contra pessoas com deficiência, com maior impacto na infância dessas pessoas (SANCHES, SILVA, OLIVEIRA, 2020, p. 146).

Assim, diante da escolha da criança saudável e perfeita, o aconselhamento genético não vem em defesa dos interesses sociais e sim dos interesses familiares (BEIGUELMAN, 1996). Porém, é preciso refletir acerca dos interesses sociais no que se refere às crianças portadoras de deficiência, bem como sua inclusão na família e sociedade (SANCHES, SILVA, OLIVEIRA, 2020), como refletir se o abortamento de um bebê com síndrome de Down não transmite para a sociedade a mensagem de que ele não é desejado (SANCHES, SILVA, OLIVEIRA, 2020). Sobre isso, Asch (2003, p. 58) sustenta:

(...) o que diferencia o teste pré-natal seguido de aborto de outras formas de tratamento médico e prevenção da deficiência é que a estratégia não tem a intenção de evitar a deficiência ou a doença de um ser humano que já nasceu ou que irá nascer, mas de evitar o nascimento de um ser humano que terá uma dessas características consideradas indesejadas.

Sanches, Silva, Oliveira (2020) afirmam que o assunto demonstra um conflito ético ao questionar como a sociedade pode aceitar “normas que regulamentam descartes de [...] fetos por serem portadores de determinadas características genéticas” (SANCHES; SILVA; OLIVEIRA, 2020, p. 149) visto que a regulamentação e incentivo para a inclusão dessas pessoas é pregado por ela? Os autores argumentam, ainda, que tal prática se opõe à promoção da valorização da heterogeneidade humana, quando se cria métodos de classificação como “perfeito e imperfeito”, fere o direito à reprodução, bem como o direito à inclusão e à dignidade das pessoas com deficiência (SANCHES, SILVA; OLIVEIRA, 2020).

Assim, no contexto bioético, para que as ferramentas genéticas sejam consoantes com o bem-estar daqueles que irão nascer ou adquirir uma deficiência, a

sociedade deve acolher e dar suporte a despeito de suas características, em prol da sua dignidade.

Diante do exposto, acredita-se que a intervenção docente pode contribuir para reflexão da bioética em favor da vida e do bem-estar humano, estimulando os alunos a questionarem procedimentos genéticos à luz dos valores que a bioética permeia.

4 – Como empresas estão ganhando dinheiro com seu DNA – o texto divulga que algumas empresas americanas que fazem testes de ancestralidade ou exames de saúde, por meio de amostras de DNA, estão supostamente compartilhando os dados com instituições de pesquisa ou para solucionar crimes, desde que o cliente não declare à empresa que não autoriza.

Ao mesmo tempo, vários países estão desenvolvendo bancos públicos de dados de DNA, ao contrário dos privados pertencentes a companhias. Algumas objetivam sequenciar o genoma de pacientes com câncer e doenças raras e de seus familiares, para a melhoria do tratamento e não para desenvolver novos medicamentos lucrativos. Todos os pacientes que fazem parte do banco de dados aderiram ao projeto a partir do consentimento informado, com distribuição de material informativo impresso e consulta com profissional de saúde.

Contudo, o fato de empresas privadas dominarem os bancos de DNA pode ser um fator preocupante, considerando-se a possibilidade de monopólio de dados e restrição das pesquisas científicas que poderiam impedir o desenvolvimento de testes mais acessíveis (SANTOS, 1998).

No que tange à apropriação das informações genéticas, a vida, de modo geral, é um bem valioso e não pode ser comercializada, sendo necessário estabelecer limites éticos ao patenteamento do genoma humano, cujo material deve ser considerado essencial e necessário para o bem-estar da humanidade, e por isso, não pode ser apoderado (AMARAL *et al.*, 2020). Coadunando com essa opinião, Diniz (2012) afirma que é inadmissível o patenteamento e monopólio do genoma humano, cuja vida é algo sagrado, que não deve ser vista como mercadoria.

Bergel (2014) robustece o entendimento supracitado ao alegar que o material genético é um patrimônio científico da humanidade e que as patentes não podem ser expandidas para o âmbito científico, devendo limitar-se ao conhecimento técnico.

O autor supracitado reforça dizendo que o conhecimento deve continuar a ser público, pois os genes são informações encontradas e não invenções, portanto,

patenteá-lo seria imprudente, visto que as patentes visam proteger soluções técnicas para questões técnicas. A espécie é caracterizada pelo genoma e distingue a espécie humana das restantes. Patentear tal conhecimento, seria designar alguém como dono da informação genética humana (BERGEL, 2014).

Assim, além de limitar novas pesquisas, o patenteamento de genes impacta resultados práticos, como no desenvolvimento de testes diagnósticos, de acordo com a pesquisa da Secretary's Advisory Committee on Genetics, Health and Society (SACGHS, 2009).

Sobre os princípios bioéticos, é indispensável que se obtenha, de maneira consentida, o material genético de quem o disponibiliza (FERNANDES, 2012), assim como o respeito à sua autonomia e dignidade, com informações claras e precisas sobre o destino das informações extraídas, considerando-se que a pessoa que cede seus genes tem o direito de saber o que acontecerá com eles (FREITAS, 2015). No caso das empresas americanas, citadas no início do noticiário, não fica muito claro como é o consentimento no uso dos dados.

Diante do exposto, estimular o debate em sala de aula sobre esse tema complexo torna-se importante com diálogo aberto, tornando-se compreensível para o outro. Assim, sugere-se que o educador ofereça os meios, o prazer e o hábito da participação aos educandos, fomentando uma relação dialógica e participativa.

5 – Retirada do símbolo que indica presença de transgênicos – essa reportagem relata o projeto de lei que visa flexibilizar a rotulagem de transgênicos¹⁴ em produtos. Atualmente, o símbolo “T” (indicador da presença de organismos geneticamente modificados) é posto nos rótulos dos alimentos que tenham qualquer quantidade de organismos geneticamente modificados (OGMs). O projeto prevê rotular, apenas, alimentos com 1% ou mais de transgênicos em sua composição, desobrigando as empresas a denunciarem a presença de transgênicos em seus produtos alimentícios. Dessa maneira, a população corre o risco de passar a consumir alimentos transgênicos sem saber e, assim, perder a liberdade de escolher produtos sem qualquer presença desses componentes

Ao longo dos últimos anos, a rotulagem dos produtos transgênicos é alvo de discussões acirradas. A indústria alimentícia defende que a rotulagem de tais produtos refletiria um acréscimo nas despesas (CAMARA; NODARI; GUILAM, 2013).

¹⁴ Organismos que se utilizam seres vivos (bactérias, leveduras, fungos, entre outros) para a modificação ou produção de produtos (TEIXEIRA, 2009).

Entretanto, o Princípio da Transparência empregado nas relações de consumo considera que o fornecedor deve garantir informações precisas e corretas acerca de um produto, serviço e contrato, ou seja, o consumidor tem direito à informação (CAMARA; NODARI; GUILAM, 2013; BEZERRA; LOBATO; CARMO, 2019). Ademais, uma rotulagem adequada possibilita a localização do produto, garantindo um controle mais eficaz, em eventual contaminação alimentar (CAMARA; NODARI; GUILAM, 2013).

No âmbito da bioética, a falta de informação em produtos transgênicos contraria o Princípio da Autonomia, cujo preceito estabelece que os cidadãos têm liberdade de decisão e ser autônomo em suas escolhas. Rosa, Silva Rangel (2017, p. 199) lembram que “para que ocorra o respeito à autonomia das pessoas é essencial à presença de duas condições, a liberdade e a informação”.

A presença dos transgênicos na mesa do consumidor é uma realidade. Como esses produtos são o resultado de uma tecnologia de alto impacto, “a novidade causou polêmica, desconfiança, medo e perplexidade em todo o mundo” (TEIXEIRA, 2009, p. 202). Com o avanço das informações sobre essa tecnologia, formaram-se duas correntes de pensamento: aquela que advoga como um bem para a sociedade e aquela que acha essa tecnologia um desastre para a sobrevivência dos organismos vivos e do meio ambiente (TEIXEIRA, 2009). Com efeito, nos últimos anos, têm-se visto vários argumentos que defendem as vantagens ou as desvantagens dos produtos derivados da tecnologia transgênica. Dessa forma, é inevitável dizer que avanços motivam riscos, em época de grandes desenvolvimentos da biotecnologia, visto que estudos sobre os riscos que as pessoas podem correr ao consumirem alimentos transgênicos são incipientes (BEZERRA; LOBATO; CARMO, 2019).

Nesse cenário, é elementar o papel do educador para estimular atividades e debates sobre o conceito, produção e o uso de transgênicos, bem como possíveis riscos e a liberação, ancorados em conhecimentos científicos. Embora o educador tenha um entendimento correto acerca dos transgênicos, ele não desenvolve questões problematizadoras em sala de aula para o aprimoramento da visão crítica dos alunos sobre a temática (BEDIN; DELIZOICOV, 2012). Desse modo, compete à escola e ao educador inserirem temas atuais sobre biotecnologias, como os transgênicos. Krasilchik (2016, p.22) pondera que, no Ensino Médio, o estudante deve “aprender conceitos básicos, analisar o processo de investigação científica e as

implicações sociais da ciência e da tecnologia”. Portanto, sugere-se que o espaço escolar seja um dos locais para o desenvolvimento de habilidades como a reflexão consciente frente aos problemas do cotidiano e a tomada de decisões racionais.

6 – Número de embriões congelados no Brasil mais do que dobrou em cinco anos – a reportagem versa sobre o aumento de embriões congelados no Brasil entre 2013 e 2018, de acordo com o Sistema Nacional de Produção de Embriões (SisEmbryo). Ainda segundo a reportagem, os embriões são congelados por vários motivos e não há tempo limite para os embriões permanecerem congelados. Como é uma situação nova para todos, a situação gera impasses sobre o destino dos embriões excedentes.

Atualmente, é permitido que os embriões excedentes sejam implantados futuramente, encaminhados para estudos com células-tronco, doados para outros pacientes ou descartados, conforme Resolução n.º 2.168/17 do Conselho Federal de Medicina (CFM).

As técnicas de Reprodução Humana Assistida¹⁵ (RHA) deparam-se com várias questões éticas, considerando-se que o objetivo principal é dar a vida um terceiro ser, e de antemão há questões para serem respondidas e decisões para serem tomadas com responsabilidade e consciência (CARDOSO, 2017). Uma das temáticas polêmicas é a questão dos embriões congelados devido ao acúmulo de embriões conservados sem destino definido, cujo futuro deve ser previamente planejado pelos casais (CARDOSO, 2017).

Contudo, há questões que podem ser levantadas acerca das destinações dos embriões, exceto a utilização posterior pelos genitores. Portanto, o debate em torno desse tema deve avaliar a dignidade do embrião (SANCHES, 2012; SALLES, 2014). O congelamento de embriões “cria o ambiente permissivo para a produção de um número excedente de embriões, prorrogando a decisão do que fazer com estes para um futuro indefinido” (SANCHES, 2012, p. 38) e situações para algumas atitudes com questionamentos éticos perturbadores como a seleção dos mais aptos, escolha do sexo antes da transferência, envio para adoção ou pesquisa, descarte, entre outros (SANCHES, 2012).

¹⁵ Termo usado para definir as técnicas utilizadas no tratamento da infertilidade conjugal que abrange a manipulação de, pelo menos, um dos gametas, cuja gestação não ocorreria de maneira espontânea (RAMIREZ-GALVEZ, 2008; SOUZA; ALVES, 2016).

No que se refere ao descarte e à doação para pesquisas, para amenizar o debate ético, cientistas defendem que seria correto o envio para pesquisas com a finalidade do interesse social como para achar a cura para várias doenças e beneficiar inúmeros doentes (GOMES, 2007).

Em contrapartida, o embrião humano merece proteção em todos os estágios de vida, incluindo o embrionário (PEREIRA; PACÍFICO, 2010; SALLES, 2014). Nesse sentido, “a categorização do embrião como pessoa desde a concepção encontra respaldo na bioética, por meio do reconhecimento do valor moral nele contido” (SALLES, 2014, p. 148), restringindo sua destinação à reprodução (SALLES, 2014).

No tocante à doação do embrião para casais inférteis, alguns pesquisadores defendem esse destino como alternativa para os embriões excedentários (PEREIRA; PACÍFICO, 2010; MACHADO, 2016; CARDOSO, 2017; SOUZA; GOMES, 2018). Pereira e Pacífico (2010, p. 394) argumentam que a adoção de embriões permite a preservação do “respeito pela dignidade humana”, configurando-se como uma proposta eticamente respeitável, enquanto Souza e Gomes (2018, p.2) ponderam que “a doação parece ser o melhor destino para o embrião, já que o seu direito de nascer estaria preservado e o desejo de ter filhos da pessoa adotante estaria se tornando realidade”.

A técnica de congelamento de ovócitos¹⁶ é outra forma de contornar as questões éticas relacionadas ao congelamento de embriões, além de ser uma alternativa para a preservação da fertilidade de mulheres que possam vir a perder a função ovariana por quimioterapia, radioterapia, cirurgia ou adiar a maternidade (VICTORINO; STEVANATO; LO TURCO, 2008; CARVALHO; NASTRI; MARTINS, 2017).

Portanto, a despeito das motivações que apontam para posições diversas, o embrião humano é um ser vivo, cuja espécie é humana, e como tal precisa ser valorizado (SANCHES, 2012).

Nesse ensejo, é importante a discussão desse assunto no âmbito escolar, considerando-se os embriões excedentários, cuja realidade esbarra na questão ética da dignidade humana ante o progresso científico, pois todo ser humano tem o direito de ser tratado igualmente por seus semelhantes, sem discriminação de sexo, religião

¹⁶ Células germinativas femininas, com a meiose incompleta, liberadas a cada ciclo menstrual na tuba uterina. A meiose completa-se e o zigoto é gerado, se houver fecundação (LOPES; ROSSO, 2016).

ou raça. Desse modo, os embriões, como resultado das descobertas biomédicas não podem continuar indefinidamente expostos ao acaso, devendo seu futuro ser pautado em conformidade com os princípios éticos. Embora as indagações não se encerram em si mesmo, elas motivam discussões acerca da destinação dos embriões.

Isto posto, o professor pode integrar, em suas aulas, os fundamentos da genética às questões bioéticas que perpassam os embriões remanescentes de forma a possibilitar o resgate dos valores humanos pelo processo educativo. Assim, o educador pode desenvolver uma análise sobre a responsabilidade científica e conhecer as relações existentes entre a ética profissional e o progresso da ciência contribuindo com o processo formativo dos estudantes do Ensino Médio.

7 – Técnica com macacos deixa ciência mais próxima da clonagem humana – a reportagem noticia a clonagem¹⁷ de dois macacos de cauda longa, por cientistas chineses. De acordo com as informações, os pesquisadores não têm o intuito de fazer clones humanos, mas utilizar os macacos clonados em experimentos para pesquisas como estudo de doenças e testes de medicamentos, visto que o primata é o animal mais próximo em semelhança com o homem evolutivamente. Desse modo, a clonagem de macacos sugere inquietações éticas, uma vez que pode se aproximar da clonagem de seres humanos.

Vários clones animais foram feitos no Brasil com o intuito de produzir raças nacionais de gado e produzir remédios no leite. Contudo, menos de 10% dos embriões clonados geram um animal sadio, levando a concluir que o processo de clonagem é complicado, pouco eficaz e com baixo índice de sucesso (ZATZ, 2016).

Em 2003, com o sequenciamento e identificação dos genes humanos, deu-se um importante passo no que concerne à clonagem humana. Com o início de um período inovador no âmbito da genética, considerando-se as inúmeras possibilidades e consequências, provocou discussões éticas em todos os segmentos da sociedade (PESSANHA, LOUVEM, RANGEL 2020).

¹⁷ “[...] definida como uma cópia de um ser vivo, que por sua vez, pode ser gerada naturalmente por algumas espécies de amebas, bactérias, plantas, entre outras. Assim, clones são seres geneticamente iguais entre si, com as mesmas características cromossômicas. Contudo, apesar de terem o mesmo material genético não se pode afirmar que são totalmente idênticos, uma vez que podem sofrer diferentes influências fenotípicas” (VETTORATO *et al.* 2019, p. 51).

Nesse cenário, os avanços da genética, no que tange à clonagem, resultaram em perspectivas para a melhoria das condições humanas “com função terapêutica, curativa e preventiva” (PESSANHA; LOUVEM; RANGEL, p. 700). Entretanto, “práticas imorais ou eticamente incorretas (...) como a clonagem humana com fim diverso do terapêutico (...) e à própria comercialização genética de seres humanos fisicamente perfeitos” assustam a engenharia genética (PESSANHA; LOUVEM; RANGEL, 2020, p. 700,701).

Na esfera nacional, tanto a clonagem reprodutiva como terapêutica são regulamentadas pela Lei de Biossegurança, n.º 11.105/2005, cuja norma proíbe expressamente técnicas de clonagem humana reprodutiva (BRASIL, 2005). A lei supramencionada garante, assim, o Princípio da Dignidade da pessoa humana. Ao passo que, no âmbito internacional, a Declaração Universal do Genoma Humano e dos Direitos Humanos da Unesco, proíbe a clonagem humana reprodutiva, compreendendo ser uma ação contrária à dignidade humana com vistas à proteção do direito das gerações futuras.

A proposta da clonagem reprodutiva humana seria remover-se o núcleo de uma célula somática¹⁸, introduzir esse núcleo em um óvulo e inseri-lo em um útero (que age como barriga de aluguel). Caso esse óvulo prospere, haverá novo indivíduo com características idênticas da pessoa cuja célula somática foi retirada. Dando origem a um gêmeo idêntico tardio (ZATZ, 2004). Alguns pesquisadores defendem a clonagem humana para conceber bebês a casais que não podem ter filhos pelo meio natural, cuja técnica é proibida em todos os países (ZATZ, 2004). Entretanto, o maior dilema ético com a clonagem reprodutiva é o risco biológico, cujos embriões sejam gerados com malformações ou com graves doenças genéticas (ZATZ, 2004).

No que se refere à clonagem terapêutica, o óvulo, cujo núcleo é substituído por um da célula somática, se divide em laboratório permitindo o uso destas células para a fabricação de diversos tecidos. Esse procedimento abre perspectivas para futuros tratamentos, pois tem a vantagem de evitar a rejeição, caso o doador fosse a própria pessoa, exceto para portadores de doenças genéticas. Cabe ressaltar que, na clonagem para fins terapêuticos, são gerados, apenas, tecidos, em laboratório,

¹⁸ “[...] células do nosso corpo com [...] 46 cromossomos. Em cada célula, há 22 pares que são iguais nos dois sexos, chamados autossomos e um par de cromossomos sexuais: XX no sexo feminino e XY no sexo masculino. Essas células com 46 cromossomos são chamadas de células somáticas” (ZATZ, 2004, p. 23).

sem implantação uterina. “Não se trata de clonar um feto até alguns meses dentro do útero para depois retirar-lhe os órgãos” (ZATZ, 2004, p. 25).

Por esse motivo, a clonagem de tecidos ou órgãos com células-tronco a partir de células totipotentes¹⁹ saudáveis é promissora. O método consiste em usar células-tronco, sem implantação uterina, cujo objetivo é obter tecidos ou órgãos para transplantes (ZATZ, 2004; FRANK, 2015), não havendo objeções éticas, desde que seja respeitado o princípio da equidade (ZATZ, 2004; SCHRAMM, 2003), bem como apresentando resultados excelentes no tratamento de derrames cerebrais, cegueira, câncer e outras (VARELLA, 2004).

Nesse contexto, as questões éticas devem ser consideradas nesse debate, no contexto escolar, no qual é de extrema importância que os alunos compreendam a diferença entre clonagem humana e clonagem reprodutiva para se posicionarem criticamente sobre as duas tecnologias. É imperioso que os alunos percebam que embora o método da clonagem humana terapêutica seja possível, é imprescindível que a ciência respeite as limitações e determinações legais, bem como a dignidade humana, levando-os a perceberem que o método deve trazer melhorias para as gerações futuras e não ser objeto de preconceito e segregação. Portanto, embora a técnica esteja pacificada no campo científico, é um procedimento que requer, ainda, muita pesquisa.

Diante do cenário atual, em que os avanços da genética esbarram em dilemas éticos, uma proposta didática baseada na argumentação e comunicação, como defendida por Habermas, ancorada a um processo dialógico, como proposto por Freire, pode contribuir para levar os alunos a entenderem que a manipulação genética para fins de aperfeiçoamento percorre o discurso ético em defesa da vida e da solidariedade.

O discurso comunicativo de Habermas não elimina as diferenças, mas a valoriza, enquanto para Freire, a valorização do diferente é um ideal emancipatório. Ao propor o debate, Habermas defende que a argumentação pode levar à busca de consensos possíveis em torno de normas que regulam a vida social, com vistas à emancipação.

Acredita-se que, com a atividade proposta, os alunos possam compreender um pouco mais sobre alguns temas controversos que permeiam o progresso da

¹⁹ Após a fecundação a célula inicia a divisão: “uma célula em duas, duas em quatro, quatro em oito e assim por diante. Pelo menos até a fase de 8 células, cada uma delas é capaz de se desenvolver em um ser humano completo. São chamadas de totipotentes” (ZATZ, 2004, p. 23).

genética, o que pode promover a alfabetização científica. Nessa perspectiva, é possível que os alunos possam desenvolver habilidades argumentativas e problematizadoras em relação ao conteúdo proposto.

A proposta didática está em consonância com as ideias de Chassot (2003), cujo autor destaca que a alfabetização científica facilita aos indivíduos uma leitura do mundo que os cerca. Nessa lógica, acredita-se que a ferramenta didática suscite discussões nas quais seja possível aos alunos construir relações entre o conhecimento científico e os impactos destes para a sociedade.

A ferramenta pedagógica também corrobora o pensamento de Souza e Sasseron (2012), os quais declaram que a linguagem e as interações discursivas entre professores e alunos são bases integrantes de um ensino que ambicione a alfabetização científica. Partindo desse ponto de vista, o uso de questões bioéticas nas aulas de Biologia, com o propósito de promover a reflexão, o diálogo e o debate podem melhorar o aprendizado dos educandos.

Presume-se que os textos selecionados se aproximam do interesse dos alunos do Ensino Médio, por trabalhar de maneira conjunta conceitos básicos de genética e também assuntos que englobam a bioetecnologia e a engenharia genética, levando-os a perceberem como estes assuntos se conectam. Desse modo, pressupõe-se que os educandos se sintam motivados para se envolverem com as discussões em sala de aula.

Essa proposta didática não tem a intenção de esgotar o tema ou ainda subestimar os educadores e suas criações. Cabe ressaltar que tal proposta não foi experimentada nas escolas pesquisadas, devido à pandemia do Covid-19, que obrigou as escolas do Brasil e do mundo a suspenderem as aulas. Assim, essa ferramenta é a contribuição ao tema bioética na genética, que se deixa como proposta para mediação em turmas do terceiro ano do Ensino Médio. O protótipo encontra-se ao final desta tese em forma de proposta didática.

Na contemporaneidade, os avanços na área da genética ocorrem a uma velocidade tal que se torna complexo avaliar e criticar o presente e difícil prever o futuro. Contudo, o futuro da nossa sociedade e do ecossistema global depende da capacidade dos indivíduos para participarem em processos de discussão/decisão que limitem ao mínimo a probabilidade de se repetirem as atrocidades do passado e alguns erros do presente.

É válido ressaltar a importância do livre arbítrio do professor ao fazer alterações e adaptações necessárias. Afinal, cada turma tem suas características e apenas o professor consegue perceber a dimensão que deve ser dada a cada um dos temas propostos.

5.8 Aplicação da proposta em 2020: entraves da pandemia do coronavírus

Em março de 2020, as aulas foram suspensas devido à pandemia de Covid-19, síndrome respiratória resultante do novo coronavírus. A COVID-19 é uma doença causada pelo coronavírus, intitulado SARS-CoV-2, que apresenta sintomas clínicos mudando de infecções assintomáticas a quadros graves (BRASIL, 2020).

Os coronavírus são uma grande família de vírus comuns em diversas espécies de animais, incluindo gatos, gado, morcegos e camelos. Dificilmente, os coronavírus que contaminam animais podem infectar pessoas, como exemplo do MERS-CoV e SARS-CoV (BRASIL, 2020). Normalmente, são doenças respiratórias leves, parecidas com um resfriado comum. Já o novo coronavírus é uma nova cepa do vírus, identificada pela primeira vez em humanos, na cidade de Wuhan, na província de Hubei, na China, em dezembro de 2019 e causou a COVID-19, sendo em seguida disseminada e transmitida pessoa a pessoa (HONG; CHUNG; CHEN, 2020; LI *et al.*, 2020).

O coronavírus, que causa a COVID-19, foi batizado de síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2) pelo Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (ICTV) (GORBALENYA *et al.*, 2020). A Covid-19 é uma doença urgente e disseminada, cujas características clínicas e epidemiológicas ainda estão em fase de investigação (GUAN *et al.*, 2020; WU; MCGOOGAN, 2020).

Considerada como um dos maiores desafios de saúde pública do último século, a disseminação da pandemia de COVID-19 é ligada a recursos e necessidades que propiciam mudanças políticas, sociais e econômicas (OLIVEIRA; PRADO; CHAVES, 2020) e assola a humanidade na contemporaneidade, tornando-se uma preocupação mundial (RODRIGUES, 2020). Dados da Universidade Johns

Hopkins²⁰ revelam que, com mais de 65 milhões de casos e aproximadamente 1,5 milhão de mortes no mundo, até o momento da escrita da presente tese²¹, e em virtude da indisponibilidade de uma vacina ou algum outro tipo de tratamento que seja comprovadamente eficaz, o novo coronavírus tem delineado uma série de estudos os quais tentam conhecer o máximo possível sobre suas características biológicas, os padrões e as consequências da infecção (HEYMANN; SHINDO, 2020; HONG *et al.*, 2020; WONG *et al.*, 2020; LIPSITCH; SWEDLOW; FINELLI, 2020; ZHU *et al.*, 2020).

A OMS (Organização Mundial da Saúde) recomendou que os países deveriam evitar aglomerações de pessoas, fazer o isolamento social e aumentar os hábitos de higiene, como lavar as mãos adequadamente (WHO, 2020). No contexto educacional, a crise causada pela Covid-19 resultou na suspensão das aulas no ensino básico e superior em 192 países no mundo, afetando mais de 90% dos estudantes (UNESCO, 2020).

Nesse cenário, os professores foram liberados da presença nas escolas e as atividades escolares e acadêmicas passaram a ser remotas. No Brasil, várias escolas públicas e privadas substituíram as aulas presenciais por aulas remotas, por meio de plataformas digitais (CASTAMAN; RODRIGUES, 2020). Nesse escopo, o previsto era levar as atividades propostas nesta pesquisa para as turmas do terceiro ano, nas escolas que fazem parte do estudo, em 2020, o que não foi possível. Vale ressaltar que estão previstas, como atividades após defesa da tese, a avaliação e aplicabilidade das propostas aqui apresentadas.

²⁰ Disponível em:

<<https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>>. Acesso em: 15 de dez. 2020.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os novos conhecimentos acerca da vida estão suscitando técnicas revolucionárias da manipulação genética. A utilização crescente dessas técnicas tem desvelado a divergência entre o progresso da genética e a maturidade das reflexões éticas acerca dos seus efeitos.

Nesse escopo, a educação pode ser uma estratégia para o desenvolvimento crítico e reflexivo do cidadão. As perspectivas acerca do futuro das pesquisas genéticas nos levam a repensar a função da escola na contemporaneidade e a contribuição que o ensino de Biologia pode dar para uma formação integral, a partir de seus conteúdos programáticos obrigatórios. Ainda que medidas educativas não contemplem toda a dimensão desse problema, é necessário pesquisar como a escola tem referendado mecanismos que permitam ao jovem compreender as transformações científicas que pautam a atualidade e, a partir do esclarecimento, pode-se formar um aluno para o protagonismo juvenil, com autonomia, autocrítica e compreensão do outro.

Assim, este estudo se debruçou sobre a investigação das possibilidades e desafios referentes às discussões bioéticas no campo da genética, no contexto do Ensino Médio, cuja pesquisa pretende contribuir para a melhoria do ensino-aprendizagem deste conteúdo despertando o interesse, motivando e orientando os educadores a fomentarem discussões éticas, articulando-as com os conteúdos científicos obrigatórios no currículo. Portanto, a pesquisa tem conotação propositiva, na medida em que pode sugerir novas abordagens, considerando-se que a Ciência promove constantes indagações e que muitas delas poderão ser respondidas em estudos futuros.

O primeiro objetivo específico cumprido, permitiu indicar que os PCNEM e PCN+ destacam a importância de se relacionar o ensino de genética a assuntos sobre ética, embora o PCN+ dê mais ênfase para tal tônica. No tocante à BNCC, constatou-se que não há mudanças significativas de conteúdo, mas sim a tentativa de aprofundar a centralização curricular com o objetivo de ampliar o controle de professores e estudantes.

Embora o documento da BNCC recomende que a organização curricular do Ensino Médio deva oferecer tempos e espaços próprios para estudos e atividades que permitam itinerários formativos opcionais diversificados, para melhor responder

à heterogeneidade e pluralidade de condições, a sua concretização é bastante remota, tendo em vista a realidade da infraestrutura da grande maioria das escolas públicas e das péssimas condições de trabalho dos docentes e sua desvalorização profissional.

No que se refere à pesquisa nos livros didáticos de Biologia, do Ensino Médio, se verificou que grande parte dos 20 exemplares analisados não abrangem inúmeros temas indicados pelo PCNEM de cunho bioético, no âmbito da genética, temas esses, que podem motivar os estudantes a terem a necessária visão crítica dos avanços científicos.

Em suma, o “projeto genoma” é abordado apenas por cinco obras, enquanto “aconselhamento genético”, “técnicas moleculares na detecção precoce de doenças genéticas” e “aplicações dos testes de DNA” são explanados somente por quatro exemplares. E, somente um livro se refere aos “procedimentos éticos no uso da informação”, do mesmo modo, o conteúdo “ética nas terapias genéticas”. Pode-se detectar que os assuntos de maior repercussão nos meios midiáticos também são aqueles mais presentes nos livros didáticos.

Nessa conjuntura, cabe ao educador ponderar a relevância que deve ser dado a cada conteúdo e de que forma irá considerá-lo, podendo preencher a lacuna que alguns livros deixam com relação a alguns conteúdos. Nesse sentido, não é aconselhável lançar mão, apenas, do livro didático, para que não se limite aos conteúdos presentes e aos erros e inadequações da obra. Cabe ressaltar que a investigação não objetivou qualificar ou desqualificar os livros analisados, mas sinalizar aspectos que demonstram a atenção e o cuidado que o educador deve ter ao usar o livro didático como recurso em suas aulas.

Quanto às entrevistas com os professores, cujo objetivo específico é o segundo, esses reconhecem a importância da abordagem de temas polêmicos no âmbito da genética. Por outro lado, nota-se que os professores pesquisados têm concepções diversas e inconsistentes sobre ética, sem uma análise crítica e coletiva das condições que permeiam a realidade do ponto de vista ético. Para abordarem temas no campo da bioética, os educadores utilizam debates e vídeos. Contudo, eles declaram ter dificuldades quando buscam informações nos livros didáticos, pois o tema é tratado ainda de modo incipiente. Para tanto, lançam mão da internet e plataformas de redes sociais para se atualizarem, o que pode originar informações equivocadas que não refletem a realidade. É pertinente apontar que o livro didático é

uma das fontes disponíveis, dentre os vários recursos, cabendo a esses professores aperfeiçoar-se continuamente, em fontes seguras e confiáveis.

Dentre os desafios para trabalhar questões controversas nas aulas, os professores entrevistados afirmam que ainda não se sentem suficientemente preparados para transitar em assuntos polêmicos no campo da genética, por conta do avanço frenético das técnicas. Os docentes também citam a infraestrutura escolar como um fator limitante para o desenvolvimento de questões polêmicas em sala de aula. Nessa conjuntura, embora os educadores se esforcem para desenvolver uma aula atrativa com uso de vídeos e filmes, eles dependem de questões de logística e suporte, em que cabe ao sistema público e político suprir as carências atuais, com investimento nas escolas, promovendo a equidade de recursos para todas as unidades. Outra causa do entrave em tratar dos assuntos controvertidos é atribuída às salas de aula lotadas e poucas aulas semanais de Biologia o que prejudica o debate das questões polêmicas de maneira eficaz.

Diante dos dados, conclui-se que há a necessidade de buscar novas estratégias e produção de material para a contextualização do conteúdo voltado para a bioética, estimulando a discussão e o debate. Considerando-se que os professores são formadores de opinião e demonstram interesse pelo assunto, justificam-se iniciativas destinadas a provê-los em seu trabalho, tencionando a formação de sujeitos críticos e questionadores.

Sobre o terceiro objetivo específico, um primeiro panorama permitiu indicar que algumas relações conceituais feitas pelos alunos são válidas como o material genético relacionado ao DNA. Entretanto, apesar desse assunto ser bem explorado pela mídia, muitos desconhecem sobre o que se trata, afirmando que o material genético é encontrado no sangue ou não sabem dizer. Portanto, os estudantes que finalizam o Ensino Médio não compreendem as estruturas que fazem parte do material genético, tão pouco onde estão localizados.

Deste modo, a dificuldade em compreender as relações conceituais pode interferir no debate ético sobre os avanços da genética, visto que os alunos podem ter dificuldades em formar opiniões conscientes pois não compreenderão os conceitos básicos relacionados ao desenvolvimento da genética. Os alunos compreendem que a genética está relacionada com herança e transmissão aos descendentes, porém, sem maiores explicações. Eles também percebem o gene como único responsável pelas características dos seres vivos, não considerando que

as características visíveis também são afetadas pelas mudanças ambientais e sociais, cuja perspectiva se opõe a estudos que defendem a interação gênica e ambiental como responsáveis pela manifestação de uma característica. Assim, a escola tem uma função significativa ao incentivar o aluno a compreender que o fator ambiental também influencia nas características genéticas.

A análise dos dados sugere uma visão antropocêntrica da ciência por parte dos alunos, além de concepções inconsistentes sobre conceitos genéticos. Nesse escopo, os alunos memorizam os conceitos para fins de avaliação, cujos conteúdos parecem ser descartados posteriormente, não se consolidando como aprendizagem. Nessa lógica, uma das finalidades da escola é oportunizar aos alunos a refletirem ou simplesmente a pensarem sobre questões de cunho bioético, e, para tanto, é necessário dominar saberes científicos de genética e outros conhecimentos.

Um outro aspecto que chamou a atenção é que, embora os avanços da genética despertem o interesse dos alunos como “alimentos transgênicos” e “melhoramento genético”, verificou-se imprecisão conceitual sobre os temas. Nesse aspecto, o professor deve ser cauteloso, pois as concepções dos alunos podem ser tanto um desafio quanto um ponto de partida para a compreensão do assunto. Desse modo, a sondagem sobre os conhecimentos prévios dos educandos auxilia o trabalho do professor, permitindo a adaptação do conteúdo com o propósito de atender eficazmente as necessidades dos alunos.

Nesse escopo, a difusão da temática bioética precisa fazer parte do cotidiano do aluno na escola. Assim, é preciso que o professor ancore os saberes científicos, os avanços da genética e os valores éticos de forma que os alunos reflitam sobre as tecnologias genéticas e suas potencialidades inovadoras, ainda que desafiador. Para tanto, é preciso promover a alfabetização científica, que habilite o aluno a observar a ciência no seu cotidiano e aplicar as informações obtidas para solucionar problemas reais, refletir e opinar criticamente sobre temas científicos. Cabe ressaltar que ser alfabetizado cientificamente implica ter o conhecimento mínimo necessário para ponderar sobre os avanços científicos e seus impactos na sociedade e no ambiente. Isso não envolve dominar todo o conhecimento científico, visto que nem os próprios cientistas têm conhecimento de todas as áreas.

Diante disso, considera-se o uso de notícias sobre técnicas avançadas no âmbito da genética em conexão à bioética como uma ferramenta didática capaz de contribuir para o ensino e aprendizagem dialógica e comunicativa. Dessa maneira,

elaborou-se o último objetivo específico. A construção da proposta didática ocorreu na perspectiva dialógica e comunicativa de modo a integrar os conteúdos de genética e seus progressos de maneira crítica e reflexiva. Embora essa ferramenta proposta não tenha passado por uma avaliação, especialmente pela dificuldade do contexto da pandemia, é possível relacionar alguns temas a saber: a conexão de conteúdos do currículo escolar com temas científicos contemporâneos; viabilizar discussões pluridisciplinares; despertar atividades dialógicas e argumentativas entre professores e alunos em consonância com o previsto nos documentos oficiais (PCNEM e BNCCEM).

No decorrer da elaboração da proposta didática percebeu-se que o tema Bioética pode expressar interfaces importantes pertinentes à Química, Filosofia, e Português, além de orientar a mediação de questões polêmicas no contexto da genética. Não obstante, mesmo com o intuito de facilitar o trabalho docente, a proposição requer planejamento prévio e interesse do professor, infraestrutura na escola como computador e projetor, do mesmo modo pode precisar de adaptações conforme os objetivos e contextos de ensino.

A presente pesquisa é considerada relevante para área de Ensino em Biociências e Saúde frente aos resultados encontrados após estudos realizados nos documentos oficiais, livros didáticos e entre professores e alunos de escolas públicas, que aceitaram participar do estudo. Abordar as questões bioéticas no campo da genética e de outros assuntos é essencial, visto que seus avanços têm impactos na sociedade e no ambiente. Então, é importante a adoção de discussões em sala de aula, na perspectiva de proteção e preservação da vida, a partir do exercício do diálogo e da argumentação de modo reflexivo nas aulas de Biologia, sob diferentes enfoques, questões controvertidas que careçam de juízo de valor, permitindo ao aluno desenvolver-se moralmente, oportunizando-o a pensar claramente e de forma crítica, a bioética.

Dessa forma, sugere-se a necessidade de implementação de novas abordagens nas aulas de Biologia que contemplem a conquista da autonomia crítica e moral do aluno, como defendida por Paulo Freire. A práxis dialógica de Freire pode incentivar os alunos a adotarem um posicionamento crítico sobre tudo e exercerem juízo de valor sobre os conteúdos que lhes são apresentados. Do mesmo modo, é possível que a ação comunicativa, defendida por Habermas, estimule e proporcione

práticas educacionais respaldadas no entendimento, que levem a escolhas em torno da análise crítica, pautadas em princípios éticos.

Portanto, se a bioética é um campo onde são abordadas questões de dimensões éticas sobre as possibilidades e limites da ciência sobre a vida, é possível que a escola aborde questões polêmicas a fim de refletir sobre os efeitos do progresso científico para a sociedade. Assim, pode-se considerar o espaço escolar como um ambiente privilegiado de convivência humana e conseqüentemente, um lugar onde pode ocorrer a formação de um sujeito ético. Nesse contexto, pode-se inferir que a escola transforme em realidade os princípios bioéticos relativos ao respeito, à autonomia, à beneficência, a não-maleficência e à justiça.

Neste contexto, é possível entender o ensino da bioética como um paradigma de ensino ligado à formação integral dos futuros cidadãos retratado pelos alunos do Ensino Médio. Nessa perspectiva, as considerações aqui apresentadas não pretendem ser esgotadas, mas apontar caminhos para outros estudos na área. Assim, futuras análises e discussões poderão trazer novas possibilidades para aqueles que acreditam no potencial formativo da educação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. O desenvolvimento biológico em conexão com a guerra. **PHYSIS: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 545-564, 2007.

ALVES, S. B. F.; CALDEIRA, A. M. de A. Biologia e ética: um estudo sobre a compreensão e atitudes de alunos do ensino médio frente ao tema genoma/DNA. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 7, n. 1, p. 12-23, 2005.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia moderna**. Ensino Médio, v. 1. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016a.

AMARAL, C. S. T.; SOUZA, O.; SOUZA, L. H.; SILVA, G. J.; TREVIZAN, L. N. F. Novos caminhos da biotecnologia: As inovações da indústria 4.0 na saúde humana. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 203-231, 2020. DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2020.v23i3.889. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/889>. Acesso em: 30 de jan. 2021.

_____. **Biologia moderna**. Ensino Médio, v. 3. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016b.

AMORMINO, T. C. de F. **Sexagem**: a escolha de sexo dos filhos numa perspectiva ético-jurídica. Disponível em: http://ambitojuridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=10393&revista_caderno=6. Acesso em: 12 de out. 2020.

ARAÚJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. **Encontro Internacional de Formação de professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 10, n. 1, 2017.

ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. Divulgação e cultura científica. In: ARAÚJO, E. S. N. N. (Org.). **Divulgação científica e Ensino de Ciências**: estudos e experiências. São Paulo: Escrituras, p.15-34, 2006.

ARAÚJO, E. S. N. N.; TIZIOTO, P. C.; CALUZI, J. J.; BATISTETI, C. B.; CALDEIRA, A. M. A. Bioética e ensino: o que pensam os alunos do ensino médio sobre as pesquisas com células tronco embrionárias? In: BASTOS, F. (Org.). **Ensino de ciências e matemática III**: contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas. São Paulo: Unesp/Cultura Acadêmica, p. 33-62, 2010.

ARISTÓTELES. *Ética a Nicômaco*. São Paulo: Martin Claret, 270p, 2016.

ASCH, A. Diagnóstico pré-natal e aborto seletivo: um desafio à prática e às políticas. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 13, n. 2, p. 287-320, 2003.

AYUSO, G. E.; BANET, E. Alternativas a La Enseñanza de La Genética em Educación Secundaria. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 20, n. 1, p. 133 - 157, 2002.

AZEVEDO, M. Base Nacional Curricular Comum: elementos para o debate. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, n. 8, p. 54-62, 2015.

AZEVEDO, M. A. da S. Origens da Bioética. **Nascer e Crescer**, v. 19, n. 4, p. 255-259, 2010.

BADZINSKI, C.; HERMEL, E. E. S. La representación de la genética y de la evolución através de imágenes utilizadas en libros didácticos de biología. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. 2, p. 434-454, 2015.

BAHAR, M.; JONSTONE, A. H.; HANSELL, M. H. Revisiting Learning Difficulties in Biology. **Journal of Biological Education**, v. 33, p. 84-86, 1999.

BANDOUK, A. C.; CARVALHO, E. G.; AGUIAR, J. B.V.; ...NAHAS, T.R. **Ser protagonista**. Ensino Médio, v. 3. 3. ed. São Paulo: SM, 2016.

BANNELL, R. I. **Habermas e a educação**. Autêntica, 2006.

BARBOSA, C. V. M.; RAMPAZZO, L. A nova técnica de engenharia genética CRISPR/CAS9 e sua repercussão ética: os avanços e desafios de sua aplicação à luz do princípio da dignidade da pessoa humana. **Revista Jurídica Cesumar: Mestrado**, v. 20, n. 1, 2020.

BARBOSA, P. P.; URSI, S. Motivação para formação continuada em Educação a Distância: um estudo exploratório com professores de Biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 1, p. 148-172, 2019.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASTOS, C. V. R. A.; OLIVEIRA, S. V. O. Ação comunicativa e ação dialógica: contribuições para uma educação libertadora. **APRENDER: Caderno de Filosofia e psic. da Educação**, Ano IV, n. 7, p. 119-134, 2006.

BAUER, C; SEVERINO, A. J. Filosofia e formação humana na educação básica. **EccoS – Revista Científica**, v.0, n.39, p.11-14, 2016.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. Petrópolis: Vozes, 2017.

BAUMAN, Z. **Ética pós-moderna**. Trad. de João Rezende Costa. São Paulo: Paulus, 1997.

BEAUCHAMP, T.L. E CHILDRESS, J.F. **Princípios de Ética Biomédica**. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

BEDIN, C.; DELIZOICOV, N.C. **Uma perspectiva problematizadora para o ensino de alimentos transgênicos**. In: ANPED SUL, 9, 2012, Caxias do Sul. Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul. Caxias do Sul: Associação Nacional de Pós-

Graduação e Pesquisa em Educação – Região Sul, 2012. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/listao.html>. Acesso em: 18 de out. 2020.

BEIGUELMAN, B. Genética e ética. In: PESSINI, Leo, BARCHIFONTAINE, Christian de Paul (Orgs.). **Fundamentos da bioética**. São Paulo: Paulus, p.108-123, 2006.

BELLUCK, P. **Cientistas criticam falta de regulamentação para edição genética** [internet]. O Estado de São Paulo. 2019 fev 10. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2018/11/cientista-chines-diz-ter-feito-os-primeiros-bebes-editados-geneticamente.shtml>. Acesso em: 20 de out. 2020.

BERGEL, S. D. Enfoque ético-jurídico de la sentencia de la Corte Suprema de los Estados Unidos sobre patentabilidad de genes humanos. **Revista Bioética**, v.22, n. 1, p. 18-27, 2014.

BERNARD, J. **Da biologia à ética: novos poderes da ciência novos deveres do homem**. Trad. Cristina Albuquerque. Publicações Europa- América, 1990.

BERNINI, D. S. D. A inclusão digital e melhoria da qualidade de vida através do ensino de Bioética [CD-ROM]. In: **Anais do 16º Congresso Internacional de Educação a Distância**; 31 ago-3 set 2010. Foz do Iguaçu: Abed; 2010.

BEZERRA, M. Q. M.; LOBATO, M. A.; CARMO, V. M. do. Rotulagem de alimentos transgênicos e o direito à informação: aspectos de boa-fé objetiva e transparência. **Revista de Direito Constitucional e Econômico**, v. 1, n. 1, p. 21, 2019.

BIZZO, N. **Biologia novas bases**. Ensino Médio, v. 3, 1. Ed., São Paulo: IBEP, 2016a.

_____. **Biologia novas bases**. Ensino Médio, v.1. 1. ed. São Paulo: IBEP, 2016b.

_____. Ciências biológicas. **BRASIL. Ministério da Educação. Orientações curriculares nacionais do ensino médio**. Brasília, DF: MEC, 2004.

BOFF, S. O.; PEREIRA, M. C. G. Limites ao patenteamento de material humano na legislação brasileira. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito**, v. 28, n. 1, 2018.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BONZANINI, T. K. **Ensino de temas da genética contemporânea: análise das contribuições de um curso de formação continuada**. Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 268f. 2011.

BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. Concepções de alunos do ensino médio sobre clonagem, organismos transgênicos e Projeto Genoma Humano. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, p. 01-13, 2005.

BOTON, J. M. **Demandas e dilemas da prática como componente curricular na formação de professores de biologia**. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Santa Maria, 119f. 2019.

BORGES, K.; F.; S., FARIA, A.; A.; FARIA, B.; S.; F. Ensino de Genética com Práticas Lúdicas no colégio estadual desr. Hamilton de Barros Velasco. Interdisciplinar: **Revista Eletrônica da Univar**, n. 6, p. 196 – 200, 2011.

BRANCO, P. V. C.; CASTRO, M. S.; SILVA, V. L. M. O desafio de ensinar e aprender genética em uma escola pública de ensino fundamental. **Pesquisa em foco**, v. 24, n. 1, 2019.

BRÃO, A. F. S.; PEREIRA, A. M. T. B. Biotécnetika: possibilidade do jogo no ensino de genética. **Revista Electrónica de Enseñanza e las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 55-76, 2015.

BRASIL. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, 20 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 5 de mar. 2019.

_____. **Lei n.º 11.105 de 24 de março de 2005**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm. Acesso em: 03 de nov. 2020.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf. Acesso em: 18 de jan. 2019.

_____. Fundo Nacional de Desenvolvimento do Brasil. **Guia Digital do PNLD**. 2018. Disponível em: <http://www.fnnde.gov.br/pnld2017/index.html>. Acesso em: 01 de fev. de 2020.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRYCE, T; GRAY, D. Tough acts to follow: the challenges to science teachers presented by biotechnological progress. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 6, p. 717-733, 2004.

BUCHANAN, A.; BROCK, D. W.; DANIELS, N.; WIKLER, D. **From chance to choice: genetics and justice**. Cambridge: Cambridge University, 2000.

- BUIATTI, M. **Biotecnologias: a engenharia genética entre biologia, ética e mercado.** São Paulo: Edições Loyola, 2004.
- CALDINI, C. S. **Biologia.** Ensino Médio. v.1. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2017a.
- _____. **Biologia.** Ensino Médio. v.3.12. ed. São Paulo: Saraiva, 2017b.
- CAMARA, M. C. C.; NODARI, R. O.; GUILAM, M. C. R. Regulamentação sobre bio (in) segurança no Brasil: a questão dos alimentos transgênicos. **INTERthesis: Revista Internacional Interdisciplinar**, v. 10, n. 1, p. 261-286, 2013.
- CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo.** Porto Alegre: Penso, 2018.
- CAMPOS, M.; GREIK, M.; VALE, T. História da ética. **Revista Científico**, Salvador, v.1, ano 2, p. 01-11, 2002.
- CANIVEZ, P. **Educar o cidadão?** 2. ed. Campinas: Papyrus, 1998.
- CARDOSO, E. J. Teoria da ação comunicativa de Habermas e suas implicações no processo educativo. **Revista Cesumar–Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, v. 9, n. 2, p. 29-37, 2007.
- CARDOSO, F. S. **Embriões congelados- Qual o seu destino, qual a decisão dos casais?** Dissertação de Mestrado - Universidade da Beira Interior. Covilhã, 36f. 2017. Disponível em: https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/8054/1/5457_10975.pdf. Acesso em: 18 de dez. de 2020.
- CARVALHO, A. J. S.; OLYMPIO, N. Z.; ALLAIN, L. R. Bioética para Alunos do Ensino Médio. **II SEMINÁRIO DE SOCIALIZAÇÃO DO PIBID**, p. 01-03, 2012.
- CARVALHO, A. M. P (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2016, 1 ed. 2004.
- CARVALHO, B. R.; NASTRI, C. O.; MARTINS, W.de P. Há um momento ideal para uma mulher criopreservar seus oócitos? **Femina**, v. 45, n. 2, p. 115-118, 2017.
- CARVALHO F. M. F.; PESSINI L.; CAMPOS JR, O. Reflexões sobre Bioética ambiental. **Mundo Saúde**, v. 30, p. 614-8, 2006.
- CARVALHO, J. S. Podem a ética e a cidadania ser ensinadas? **Pro-Posições**, v. 13, n. 3 (39), p. 157-168, set./dez. 2002.
- CASTAMAN, A. S.; RODRIGUES, R. A. Educação a Distância na crise COVID-19: um relato de experiência. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, e180963699, 2020.
- CASTRO, J. C.; SIQUEIRA-BATISTA, R. A virtude pode ser ensinada? Uma aproximação a partir dos diálogos platônicos de Mênon, Protágoras e Eutidemo. **Revista Hypnos**, n. 39, p. 288-310, 2017.

CATANI, A.; BANDOUC, A., C.; CARVALHO, E., G.; SANTOS, F., S.; AGUILAR, J., B.; SALLES, J., V.; BEZERRA, L., M.; OLIVEIRA, M., M., A. de; CAMPOS, S., H., de A.; NAHAS, T., R.; CHACON, V. **Ser protagonista**. Ensino Médio, v. 1. 3. ed. São Paulo: SM, 2016.

CAVALCANTE, G. A educação sofisticada (constantemente referida por Platão). **Filosofia E Educação**, v. 9, n. 1, p. 110-130, 2017.

CEZAR, P. H. N.; GUIMARÃES, F.; MORAES, H.; SANTOS, S.; GOMES, A.P.; SIQUEIRA-BATISTA, R. A sétima arte e a arte de viver: o cinema e o “ensino” de bioética. **Ens Saúde Amb.**, v. 3, n. 2, p. 121-133, 2010.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CHAUÍ, M. **Convite à filosofia**. 14. ed. São Paulo: Ática Didáticos, 520p, 2009.

CHAVES, E. J. F.; CAMAROTTI, M. F. Análise de conteúdo de livros didáticos de Biologia: uma perspectiva sobre os temas Biotecnologia e Engenharia Genética no Ensino Médio. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 5, n. 03, p. 86-112, 2015.

CHEN, Y.; SO, W. W. M. An investigation of mainland china high school biology teachers' attitudes toward and ethical reasoning of three controversial bioethics issues. **Asia-Pacific Science Education**, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2017.

CLOTET, J.; GOLDIM, J. R. **Seleção de sexo e bioética**. EDIPUCRS, 2004.

CONCEIÇÃO, F. P.; PERON, A. P. Engenharia genética: um olhar dos professores de Biologia de instituições públicas e privadas do ensino médio. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 3, p. 281, 2012.

CONCEIÇÃO, L. C. S. **Abordagem da bioética em âmbito escolar**: proposições constantes de livros didáticos de biologia. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, 2011.

CORAZZA, S. M. **O que quer um currículo? Pesquisas pós-críticas em educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

CORREIA, F. de A. **A alteridade como critério fundamental e englobante da bioética**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. 245f. 1993. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253765>>. Acesso em: 18 de jul. 2018.

CORRÊA, H. L.; DIAS, G. P. P. D. De volta a gestão de estoques: as técnicas estão sendo usadas pelas empresas? In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 13., 1998, São Paulo. **Anais**. São Paulo, FGVSP, 1998.

CORRÊA, R. S.; GALIETA, T. Biotecnologia sob o enfoque cts: concepções de licenciandos em ciências biológicas. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 118-126, 2020.

CORTINA, A.; MARTINEZ, E. **Ética**. São Paulo: Loyola, 2019.

COSTA C. F. Razões para o utilitarismo: uma avaliação comparativa de pontos de vista éticos. **Ethica**. Florianópolis: UFSC, v. 1, n. 2, p. 155-174, 2002.

COSTA C. F. Razões para o utilitarismo: uma avaliação comparativa de pontos de vista éticos. **Ethica**, 1(2): 20, 2002.

COSTA, S. I. F.; DINIZ, D. Mídia, clonagem e bioética. **Cad. Saúde Pública**, v. 16, n. 1, Rio de Janeiro, jan./mar 2000.

COTRIM, G.; RODRIGUES, J. **Fundamentos Da Filosofia: Historia e Grandes Temas**. 17. ed. Saraiva Didáticos, 352p., 2013.

CUNHA, A. E.; LOPES, J. B.; CRAVINO, J. P.; SANTOS, C. A. Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 635-659, 2012.

CUNHA, T; LORENZO, C. Bioética global na perspectiva da bioética crítica. **Revista Bioética**, v. 22, n. 1, p. 116-125, 2014.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 6. ed. Campinas: Autores Associados, 2003.

DIAS, M. C. M. **A ampliação do espaço moral no utilitarismo de John Stuart Mill: uma comparação com a moral do utilitarismo de Bentham**. Tese de Doutorado em Filosofia – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DINIZ, D.; GUILHEM, D. **O que é bioética**. São Paulo: Brasiliense, 7ª reimpressão 2012.

DINIZ, M. H. **O estado atual do biodireito**. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

DINIZ, S. N; MARQUEZ, A. S.; COSTA, N. M. L.; OKUYAMA, C. E. Perspectivas de abordagem da bioética na educação básica. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 19, n. 2, p. 227-232, 2018.

DÓRIA, T. A. F.; MOREIRA, L. M. A. A bioética na formação do biólogo: um desafio contemporâneo. **Revista entreideias: educação, cultura e sociedade**, v. 20, p. 99-122, 2012.

DUMARESQ, M. I. A.; PRIEL, M. R.; ROSITO, M. M. B. A educação bioética no ensino fundamental: um estudo a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Contrapontos**, v. 9, n. 2, p. 66-76, 2009.

DURAND, G. **Introdução geral à bioética**: história, conceitos e instrumentos. 4. ed. São Paulo: Centro Universitário São Camilo; 2012.

DURBANO, J. P. M.; PADILHA, I. Q. M.; RÊGO, T. G.; RODRIGUES, P. A. L. E ARAÚJO, D. A. M. 2008. Percepção do conhecimento dos alunos de ensino médio do município de João Pessoa sobre temas emergentes em biotecnologia. 54^o Congresso Brasileiro de Genética. **Anais...** Salvador: SBG.

DYCK, A. J. Eugenics in historical and ethical perspective. In:_____; KILNER, J. F.; PENTZ, R. D.; YOUNG, F. E. (Ed.s.). **Genetic ethics**: do the ends justify the genes? Grand Rapids: Wm. B. Eerdmans P. Co. / Paternoster, 1997.

EGG, R. F. R. História da ética. **Videoaula do Curso “Ética nas Organizações”**. Curitiba: IESDE, 2009.

EILAM, B.; REITER, S. Long-term self-regulation of biology learning using standard junior high school Science curriculum. **Science Education**. v. 98, n. 04, p. 705-737, 2014.

ENGELHARDT, T. **Fundamentos da Bioética**. São Paulo: Edições Loyola, 2008.

FAVARETTO, J. A. **Biologia unidade e diversidade**. Ensino Médio, v. 1. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016a.

_____. **Biologia: Unidade e Diversidade**. Ensino Médio, v. 3, 1.ed. São Paulo: FTD, 2016b.

FERNANDES, M. S. **Bioética, medicina e direito de propriedade intelectual: relação entre patentes e células-tronco humanas**. São Paulo: Saraiva, 2012.

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

FERREIRA, M. S. Reflexões sobre a produção da necessidade de uma Base Nacional Comum Curricular: diálogos com a história e as políticas de currículo. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, n. 8, p. 63-71, 2015.

FERREIRO, M. F. Direito de Propriedade e Ética da Terra: **O Contributo de Aldo Leopold, e-cadernos CES, 05, 2009**. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/eces/260>>. Acesso em 15 de dez. 2020.

FERREIRA, S. S.; AQUINO, P. E. A.; FERREIRA, T. S. Avaliação do saber biotecnológico no ensino médio. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 3, n. 2, p. 1-8, 2020.

FIGUEIREDO, A. M. Ética: origens e distinção da moral. **Saude, etica e justicia**, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2008.

FINNIS, J. **Natural law and natural rights**. Oxford University Press, 2011.

FISCHER, M. L.; CUNHA, T. R.; LUMMERTZ, T. B.; MARTINS, G. Z. Caminho do diálogo II: ampliando a experiência bioética para o ensino médio. **Revista Bioética**, v. 28, n. 1, p. 47-57, 2020.

FISCHER, M. L.; CUNHA, T. R.; MOSER, A. M.; DINIZ, A. L. F. Metodologias inovadoras no ensino da bioética para o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. **Revista EDaPECI – Educação a Distância e Práticas Educativas Comunicacionais e Interculturais**, São Cristóvão (SE), v. 18, n. 2, p. 128-1142, mai./ago.2018.

FISCHER, M. L.; CUNHA, T. R.; ROTH, M. E.; MARTINS; GERSON Z. Caminho do diálogo: uma experiência bioética no ensino fundamental. **Revista bioética**, v. 25, n. 1, 2017.

FISCHER, M. L. **Utilização do blog como ferramenta didática no ensino superior**. 11º Congresso Nacional de Educação Educere; 23-26 set 2013. Curitiba: PUCPR; 2013.

FONSECA, V. B.; BOBROWSKI, V. L. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 2, 2015.

FONTOURA, H. A. Tematização como proposta de análise de dados na pesquisa qualitativa. In: FONTOURA, H. A. (Org.). **Formação de professores e diversidades culturais: múltiplos olhares em pesquisa**. Niterói: Intertexto, p. 61-82, 2011.

FOUREZ, G. **A construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1995.

FREITAG, B. **Itinerários de Antígona: a questão da moralidade: a questão da moralidade**. Campinas: Papirus, 4ª. Ed., 2005.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a BNCC: um olhar da área de ciências da natureza. **Horizontes**, Itatiba, v. 36, n. 1, p. 158-171, janeiro. 2018.

FRANK, F. A. da S. **Uma reflexão jurídica acerca da clonagem humana para fins terapêuticos no Brasil**. 2015. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/42833/uma-reflexao-juridica-acerca-da-clonagem-humana-para-fins-terapeuticos-no-brasil>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 44. ed. Editora Paz e Terra, 2013.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 60. ed. São Paulo: Paz e Terra; 2019. 144 p.

_____. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 17. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2012.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 63. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017.

FREITAG, B. A questão da moralidade: da razão prática de Kant à ética discursiva de Habermas. **Tempo social**, v. 1, n. 2, p. 07-44, 1989.

_____. **Itinerários de Antígona: a questão da moralidade**. 4. ed. Campinas: Papyrus, 2005.

FREITAS, J. F. F. de. **As patentes de genes humanos sob a perspectiva do biodireito e da bioética**. 2015.

FRIAS, L. T. G. **A ética do uso e da seleção de embriões**. Tese de Doutorado, UFMG, 2010.

FURTADO, R. N. Mal-estar no parque humano: da crise do humanismo à biotecnologia. **Natureza Humana-Revista Internacional de Filosofia e Psicanálise**, v. 21, n. 1, 2019.

GADOTTI, M. **Diálogo e conflito, pensamento e ação: uma perspectiva freireana no século XXI**. Produção de terceiros sobre Paulo Freire; Série Artigos, 2001.

_____. **Paulo Freire: uma bibliografia**. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire; Brasília, DF: UNESCO, 1996.

GARCÍA, J. J. Bioética personalista y bioética principialista. Perspectivas. **Cuadernos de Bioética**, v. 24, n. 1, p. 67-76, 2013.

GARRAFA, V. Da bioética de princípios a uma bioética interventiva. **Revista Bioética**, v. 13, n. 1, p. 125-134, 2005. Disponível em: <http://revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/article/view/97/102>. Acesso em: 26 out. 2020.

_____. O novo conceito de bioética. In: GARRAFA, V.; KOTTOW, M.; SAADA, A. (Orgs). **Bases conceituais da bioética: enfoque latino-americano**. São Paulo: Gaia; 2006. p. 9-15.

GARRAFA, V.; COSTA, S. I. F.; OSELKA, G. A bioética no século XXI. **Revista Bioética**, v. 7, n. 2, 2009.

GASPAR NETO, V. V.; SANTOS, R. V. Biorrevelações: testes de ancestralidade genética em perspectiva antropológica comparada. **Horizontes Antropológicos**, v. 17, n. 35, p. 197-226, 2011.

UNITED STATES OF AMERICA. Secretary of Health and Human Services. **Report of the Secretary's Advisory Committee on Genetics, Health, and Society**. Gene Patents and Licensing Practices and Their Impact on Patient Access of Genetic Tests. 2010 apr. [cited 2020 out 10]. Available from: <https://osp.od.nih.gov/wp-content/uploads/2013/11/SACGHS_patents_report_2010.pdf>. Acesso em: 18 de novembro de 2020.

GEORGEN, P. **Ética e educação: o que pode a escola**. In: LOMBARDI, J. C.;

GEORGEN, P. **Ética e Educação: reflexões filosóficas e históricas**. Campinas: Autores Associados, p. 59-97, 2005.

GILLIGAN, C. **Joining the Resistance**. Cambridge: Polity Press, 2011.

GOLDBACH, T.; MACEDO, A. G. A. Produção científica e saberes escolares na área de ensino de Genética: olhares e tendências. In: **VII Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias**, 2008, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.necso.ufrj.br/esocite2008/trabalhos/36294.doc>>. Acesso em: 5 abr. 2020.

GOLDBACH, T.; SILVA, B. A. F. S.; ALVES, W.; OKUDA, L. V. O.; MERHY, T. S. M.; REIS, S. A. NEDICóide: um modelo didático para abordagem integrada da temática genética no Ensino Médio. **Revista da SBEnBio**, n. 7, 2014.

GOLDIM, J. R. Bioética: origens e complexidade. **Clinical e Biomedical Research**, v. 26, n. 2, 2006.

GOLDIM, J. R.; FERNANDES, M. S. From reverence for life to bioethics: Albert Schweitzer, a bioethic precursor Jahr. **Annual Depart Social Sci Med Hum**, v. 2, n. 4, p. 505-9, 2011.

GOMES, D. Células-tronco embrionárias: implicações bioéticas e jurídicas. **Bioetikos. Centro Universitário São Camilo**, v. 1, n. 2, p. 78-87, 2007.

GOMES, L. W. M.; MORAES FILHO, A. V. de Alimentos transgênicos: utilização de metodologia alternativa para otimização do processo de ensino aprendizagem. **RENEFARA**, v. 7, n. 7, p. 325-336, 2015.

GONTIJO; C. M. M. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): comentários críticos. **Revista Brasileira de Alfabetização – ABAlf**, v.1, n. 2, p. 174-190, 2015.

GOODSON, I. F. **Políticas de currículo e de escolarização: abordagens históricas**. Tradução Vera Joscelyne. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

GORBALENYA, A. E.; BAKER, S. C.; BARIC, R.; GROOT, R. J. D.; DROSTEN, C.; GULYAEVA, A. A.; ... E ZIEBUHR, J. **Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: the species and its viruses—a statement of the Coronavirus Study Group**. 2020. Disponível em: <<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.07.937862v1.full.pdf>>. Acesso em: 25 agos. 2020.

GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; CARROLL, S. B.; DOEBLEY, J. **Introdução à genética**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabarra Koogan, 2016.

GUAN, W. J.; NI, Z. Y.; HU, Y.; LIANG, W. H.; OU C.Q., HE J.X., et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. **New England journal of medicine**, v. 382, n. 18, p. 1708-1720, 2020.

GUIMARÃES, M. P. **Contribuições da bioética às práticas docentes de biologia em escolas públicas de ensino médio no Distrito Federal**. Dissertação de

Mestrado – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília – DF. 87f. 2017.

HABERMAS, J. **Consciência moral e agir comunicativo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2003.

_____. **O discurso filosófico da modernidade: doze lições**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

_____. **Teoria do agir comunicativo: racionalidade da ação e racionalização social**. Trad. Paulo Astor Soethe. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2016.

HALL, S. **Representation**. Cultural Representations and Signifying Practices Sages, London & ou Press, 1997.

HEYMANN, D. L.; SHINDO, Nahoko. COVID-19: what is next for public health? **The Lancet**, v. 395, n. 10224, p. 542-545, 2020.

HONG, H.; WANG, Y.; CHUNG H. T.; CHEN C. J. Clinical characteristics of novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) in newborns, infants and children. **Pediatr Neonatol**. 61(2): 131-132, 2020.

HORNBURG, N.; SILVA, R. Teorias sobre currículo: uma análise para compreensão e mudança. **Revista de divulgação técnico-científica do ICPG**, v. 3, n. 10, 2007.

HOSSNE, W. S. A necessidade de ensinar bioética para a formação de diferentes profissionais. **Rev Direito Sanit.**, v. 2, n. 2, p. 115-26, 2001.

HOTTOIS, G. Bioética. In: HOTTOIS, G.; PARIZEAU, M.-H. (Coords.). **Dicionário de Bioética**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

HUANG, C.; WANG, Y.; LI, X.; REN, L.; JIANPING ZHAO, J.; HU, Y.; LI ZHANG, L.; FAN, G.; XU, J.; GU, X.; CHENG, Z.; YU, T.; XIA, J.; WEI, Y.; WU, W.; XIE, X.; YIN, W.; LI, H.; CAO, B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. **Lancet**, v. 395, n.10223, p.497-506, 2020.

IMBERNÓN, F. **Formação continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

JÁCOME, M. Q. D.; LOUZADA-SILVA, D. **Bioética no Ensino Médio: Fundamentos Para Uma Proposta De Inserção** In: Santos, F. M. Dos. A Escola Pública De Que Precisamos: Novas Perspectivas Para Estudantes E professores. Jundiaí: Paco Editorial, p.193-216, 2018.

JOHNS HOPKINS UNIVERSITY. **Covid-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University, 2020**. Disponível em:

<<https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>>. Acesso em: 15 de dez. 2020.

JONAS, H. **Técnica, medicina e ética**: sobre a prática do princípio da responsabilidade. Tradução do Grupo de Trabalho Hans Jonas da ANPOF. São Paulo: Paulus, 2013.

JONSEN, A. R.; TOULMIN, S. **The Abuse Of Casuistry**: a History of Moral Reasoning. California: The Regents of the University of California, 1989.

JUENGST, E. T. Concepts of disease after the human genome project. In: _____; WEAR, S. et al. (Ed.s.). **Ethical issues in health care on the frontiers of the twenty-first century**. Dordrecht: Kluwer Academic. p.127-154, 2000.

JUNQUEIRA, C. R.; SILVA, P. M. T.; JUNQUEIRA, S. R.; RAMOS, D. L. P. O ensino de bioética: avaliação discente por meio de fóruns de discussão na Internet. **Acta Bioeth.**, v. 18, n. 1, p. 93-100, 2012.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arqu, Mundi**, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

JUSTINA, L. A. D.; FERRARI, N.; ROSA, V. L. da. Genética no Ensino Médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 7, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, p. 794-795, 2000.

KANT, I. (1724-1804). **Sobre a pedagogia**. Tradução de Francisco Cock Fontanella. Piracicaba: Unimep, 2017.

KARAGOZ, M.; ÇAKIR, M. Problem Solving in Genetics: Conceptual and Procedural Difficulties. **Educational Science: Theory & Practice**, v.11, n. 3, Summer, 2011.

KLEIN, D. H.; FRÖHLICH, M. A.; KONRATH, R. D. Base Nacional Comum Curricular – BNCC: documento em análise. **Licencia&acturas - (ISEI)**, Ivoti, RS., v. 4, n.1, p. 65-70, 2016.

KNIPPELS, M-C. P. J.; WAARLO, A. J.; BOERSMA, K. T. Design criteria for learning and teaching genetics. **Journal of Biological Education**, v. 39, n. 3, 2005.

KOERICH, M. S.; MACHADO, R. R.; COSTA, E.. Ética e bioética: para dar início à reflexão. **Texto e Contexto-Enfermagem**, v. 14, n. 1, p. 106-110, 2005.

KOTTOW, M. Bioética y biopolítica. *Rev Brasileira de Bioética* 2005; v. 1, n. 2, p. 110-121.

KOVALESKI, A. B.; ARAÚJO, M. C. P. A história da ciência e a bioética no ensino de genética. **Genética na Escola**, v. 8, n. 2, p. 154-167, 2013.

KRASILCHICK, M. **Práticas do ensino de Biologia**. 4. ed. Ver. e ampl. 5. reimpr. São Paulo: EDUSP, Universidade de São Paulo, 2016.

_____. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2007.

LARUE, K. M.; MCKERNAN, M. P.; BASS, K. M. , WRAY C. G. Teaching the genome generation: Bringing modern human genetics into the classroom through teacher professional development. **Journal of STEM outreach**, v. 1, n. 2, p. 48, 2018.

LA TAILLE, Y. **Formação ética: do tédio ao respeito de si**. Artmed Editora, 2009.

LEAL, C. A. **Estratégias didáticas como proposta para o ensino da genética e de seus conteúdos estruturantes**. Tese de Doutorado - Ensino em Biociências e Saúde, FIOCRUZ, Rio de Janeiro. 305f. 2017.

LEITE, L.; DOURADO, L. Das reformas curriculares às práticas em sala de aula: o caso das actividades laboratoriais no ensino das ciências. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 86, p. 95-122, 2017.

LEWONTIN, R. C.; ROSE, S.; KAMIN, L. J. Not in our genes: biology, ideology and human nature. New York: Pantheon Books, 1985.

LI, Q.; GUAN, X.; WU, P.; WANG, X.; ZHOU, L. *et al.* Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus–infected pneumonia. **The New England Journal of Medicine**. 2020. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa2001316>. Acesso em: 14 de mai. 2020.

LIBÂNEO, J. C. A teoria do ensino desenvolvimental e o planejamento de ensino. **Educativa**, v. 19, n. 2, p. 363-387, 2016.

_____. **As teorias pedagógicas modernas revisitadas pelo debate contemporâneo na educação**. 2005. Disponível em: <<https://www.fclar.unesp.br/Home/Graduacao/Espacodoaluno/PET-ProgramadeEducacaoTutorial/Pedagogia/capitulo-libaneo.pdf>>. Acesso em: 18 de nov. 2020.

_____. **Organização e Gestão da escola: teoria e prática**. Goiânia: Editora Alternativa, 2001.

LIMA, A. C. T. Sobre o ensino da bioética: um desafio transdisciplinar. **Nascer e Crescer**, v. 19, n. 2, p. 102-108, 2010.

LIMA, F. J. G. Potencialidades normativas e limites da ética discursiva de Habermas: da superação metafísico-monológica ao déficit social. In: SOUZA, D. G. **Filosofia e Interdisciplinaridade**. Porto Alegre: Editora Fi, p. 213-255, 2016.

LINDEN, R. Genes contra doenças. **Terapia gênica: uma nova era na genética**. Rio de Janeiro: Vieira e Lent, 128p, 2008.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia hoje**. Ensino Médio, v. 1. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016a.

- _____. **Biologia hoje**. Ensino Médio, v. 3. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016b.
- LIPSITCH, M., SWERDLOW, D. L., FINELLI, L. Defining the epidemiology of Covid-19—studies needed. **N Engl J Med**. 2020.
- LONGHINI, I. M. Diferentes contextos do ensino de biologia no Brasil de 1970 a 2010. **Educação e Fronteiras**, v. 2, n. 6, p. 56-72, 2012.
- LOPES, M. R.; SILVA-FILHO, V. M.; ALVES, G. N. Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores. **Rio de Janeiro: Publik**, 2019.
- LOPES, S.; ROSSO, S. **BIO**. Ensino Médio, v. 1. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016a.
- _____. Ensino Médio, v. 3. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016b.
- LOURENÇO, A. P.; REIS, L. G. Transgênicos na sala de aula: concepções e opiniões de alunos do Ensino Médio e uma prática pedagógica. **Revista Vozes dos Vales da UFVJM: Publicações Acadêmicas**, v. 3, p.1-27, 2013.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2 ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2017.
- MACHADO C. S. **Bioética na reprodução humana assistida: os impactos éticos e emocionais no destino de embriões excedentários**. Dissertação de Mestrado em Serviço Social, FCHS/UNESP, Franca, 2016.
- MACHADO, M. H.; MEIRELLES, R. M. S. Da “LDB” dos anos 1960 até a BNCC de 2018: breve relato histórico do ensino de Biologia no Brasil. **Debates em Educação**, v. 12, n. 27, p. 163-181, 2020.
- MACHADO, M. M. T.; LEITÃO, G. C. M.; HOLANDA, F. U. X. de. O conceito de ação comunicativa: uma contribuição para a consulta de enfermagem. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 13, n. 5, 2005.
- MAHEASWARI, R.; KSHIRSAGAR, J. T.; LAVANYA, N. Polymerase chain reaction: A molecular diagnostic tool in periodontology. **Journal of Indian Society of Periodontology**, v. 20, n. 2, 128-135, 2016.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MARINO, C. L. Melhoria Genética de Plantas e os Transgênicos. *Genética na Escola*, v. 1, n. 2, p. 75-77, 2006. Disponível em: <http://geneticanaescola.com.br/voli2-artigo-10/>. Acesso em: 11 de out. 2020.
- MARQUES, C. P.; MORAES FILHO, A. V. Bioética: análise da contribuição da educação na construção das opiniões dos alunos de nível médio de Jussara-GO. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 1, p. 333-342, 2016.
- MARQUES, K. C. D.; PERSICH, G. D. O.; TOLENTINO NETO, L. C. B. Formação continuada para professores de Biologia: curso a distância sobre ensino de genética.

XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC
Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

MARTINEZ, E. R. M.; FUJIHARA, R. T.; MARTINS, C. Show da genética: um jogo interativo para o ensino de genética. **Genética na Escola**, v. 3, n. 2, 2008.
Disponível em: <http://geneticanaescola.com.br/wp-home/wpcontent/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-32-Artigo-05.pdf>. Acesso em: 22 de out. 2019.

MATURANA, H. **Emoções e Linguagem na Educação e na Política**. Belo Horizonte: UFMG, 2002.

MAYR, E. **Biologia, ciência única**. Editora Companhia das Letras, 2005.

MELDOLESI, A. **Edição do genoma**: o que é, afinal, a técnica Crispr. Equipe Oásis, 8 set. 2017. Disponível em:
<https://www.brasil247.com/pt/247/revista_oasis/316191/Edi%C3%A7%C3%A3o-do-genoma-O-que-%C3%A9-afinal-at%C3%A9cnica-Crispr.htm>. Acesso em: 19 out. 2020.

MELO, D. R.; BARROS, M. D. M. Guia do educador para o filme uma prova de amor. **Revista Práxis**, v. 11, n. 21, 2019.

MELO, J. R.; CARMO, E. M. **Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro**: reflexões sobre as publicações científicas. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**. Ensino Médio, v. 1. 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016a.

_____. **Biologia**. Ensino Médio, v. 3. 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016b.

MINATO, E. T. H. **Ética em pesquisa na área das ciências sociais e humanas**: um estudo na Universidade Federal de Santa Maria. Dissertação de Mestrado, UFSM, Santa Maria, 2014.

MINAYO, M. C. S. (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 32 ed. Petrópolis: Vozes, 108 p., 2012.

MONTENEGRO, L. A.; PETROVICH, A. C. I.; FERNANDES, M.; ARAÚJO, F.; SOUSA, R. A. Recursos didáticos para o desenvolvimento de atividades experimentais no ensino de biologia modalidade a distância: uma proposta bioética voltada para a não manipulação de animais no ensino básico. **Anais do 11º Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância**; 5-8 ago 2014. Florianópolis: UFSC/UniRede; 2014.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação e Educação**, n. 2, p. 27-35, 1995.

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos**. Texto de apoio no 19 do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos, Espanha. Porto Alegre, 2003.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MOTTA, L. C. S.; VIDAL, S. V.; SIQUEIRA-BATISTA, R. Bioética: afinal, o que é isto?. **Rev. Soc. Bras. Clín. Méd**, 2012.

MOURA, J.; DEUS, M. D. S. M.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil—breve relato e reflexão. **Semina: ciências biológicas e da saúde**, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

MOURA, M. O., A. E. S.; MORETTI, V. D.; PANOSSIAN, M. L.; RIBEIRO, F. D. Atividade orientadora de ensino: unidade entre ensino e aprendizagem. **Revista Diálogo Educacional**, v. 10, n. 29, p. 205-229, 2010.

MÜHL, E. H. Habermas e a educação: racionalidade comunicativa, diagnóstico crítico e emancipação. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 32, n. 117, p. 1035-1050, out-dez, 2011.

NASCIMENTO, J. M. L. **O Ensino do Genoma mediado por Filmes de Ficção Científica em Escolas Públicas do Estado do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado - Ensino em Biociências e Saúde, FIOCRUZ, Rio de Janeiro. 199f. 2017.

Nature. Initial sequencing and analysis of the human genome International. **Human Genome Sequencing Consortium**, v. 409, n. 15, p. 860-921, 2010. Disponível em: <https://www.genome.gov/Pages/Newsroom/Webcasts/2010ScienceReportersPanel.pdf>. Acesso em: 14 de agos. 2020.

NEUMANN, S.; STRIEDER, D. M. Formação de professores em nível médio: um estudo de caso sobre o ensino de ciências. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias**, v. 13, n. 1, p. 120-132, 2018.

NEVES, D. A. O critério utilitarista será adequado para situação de risco? **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 10, n 2, p. 347-353, 2010.

NEVES, M. C. P. **A Fundamentação Antropológica da Bioética**. Revista Bioética, v. 4. n. 1, 1996.

NEVES, M. C. P.; LIMA, M. Bioética ou bioéticas na evolução das sociedades. **Coimbra: Gráfica de Coimbra**, 2005.

NEWMAN, N.; FLETCHER, R.; KALOGEROPOULOS, A.; LEVY, D. A.; NIELSEN, R. K. **Reuters Institute digital news report**, Oxford: Reuters Institute, 2017.

NODDINGS, N. **O cuidado: uma abordagem feminina à ética e à educação moral**. São Leopoldo: Unisinos, 2009.

NUNES, R. Bioética: O Ensino e a Aprendizagem, in Nunes, R.; Melo, H. (Coords.). **A Ética e o Direito no Início da Vida Humana**. Coimbra: Editora Gráfica de Coimbra, 2001.

OGO, M. Y.; GODOY, L. P. **Contato biologia**. Ensino Médio, v. 1. 1. ed. São Paulo: Quinteto, 2016a.

_____. **Contato biologia**. Ensino Médio, v. 3. 1. ed. São Paulo: Quinteto, 2016b.

OLIVEIRA, R. M. B.; JUNIOR, P. A. A.; Sensibilização para o cuidado em saúde bucal em pacientes com síndrome de down. **Revista Científica Multidisciplinar das faculdades São José, Rio de Janeiro**, v.10, n. 2, 2017.

OLIVEIRA, W. A.; PRADO, M. C.; CHAVES, S. N. Emergência de saúde pública pelo novo coronavírus: revisão bibliográfica. **Revista de Saúde-RSF**, v. 7, n. 2, 2020.

OSSEGE, A. L. **Bioética e novas fronteiras**: mapeamento genético em trabalhadores. Tese de Doutorado, Brasília, 2018.

OZKAN, G.; TOPSAKAL, U. U. Bioethics in science education. **Education Research Highlights in Mathematics, Science and Technology 2016**, p. 16-21, 2016.

PAIXÃO JÚNIOR, V. G. Educação escolar e a necessidade da formação da consciência (bio) ética dos alunos do ensino médio. **Rev. Simbio-Logias**, v.6, n. 9, p. 1-16, 2013.

PAIXÃO JÚNIOR, V. G.; ALBERTINI, L. S; MUNHOZ, C. M; PUCCINI, C. L. Prática de ensino de genética no contexto PIBID. **Rev. Simbio-Logias**, v. 8, n. 11, 2015.

PASSOS, J. D. **A Busca da Excelência Moral do Homem**: o Nascimento e Desenvolvimento da Ética na Antiguidade. Paco Editorial, 2018.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; NUNES, W. M. D. C. Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciência e Educação (Bauru)**, v. 14, p. 1, p. 135-146, 2008.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007. Disponível em: http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

PEDRO, A. P. Ética, moral, axiologia e valores: confusões e ambiguidades em torno de um conceito comum. **Kriterion: Revista de Filosofia**, v. 55, n. 130, p. 483-498, 2014.

PEIXE, P. D.; PINHEIRO, L. G.; ARAÚJO, M. F. F.; MOREIRA, S. A. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 1, p. 177–191, 2017.

PELLEGRINO, E. D.; THOMASMA, D. C. **The Virtues in Medical Practice**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

PENCHASZADEH, V. B. Problemas éticos do determinismo genético. **Revista Bioética**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 61-68, 2004. Disponível em: https://revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/article/view/121/126
Acesso em: 05 out. 2020.

PEREIRA, G. O.; PACIFICO, A. P. Doação e adoção como políticas para salvar os embriões humanos excedentes e congelados. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 10 (Supl. 2), p. s391-s397, 2010.

PEREIRA, K. K. P. C. S. et al. As principais técnicas de reprodução humana assistida. **Saúde e Ciência Em Ação**, v. 2, n. 1, p. 26-37, 2016.

PERRENOUD, P. Formar professores em contextos sociais em mudança: prática reflexiva e participação crítica. **Revista Brasileira de Educação**, n. 12, p. 5-21, 1999.

PESSALACIA, J. D. R.; OLIVEIRA, V. C.; RENNÓ, H. M. S.; GUIMARÃES, E. A. A. Perspectivas do ensino de bioética na graduação em enfermagem. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 64, n. 2, p. 393-8, 2011.

PESSANHA, A. C. L.; LOUVEM, L. P.; RANGEL, T. L. V. Biossegurança e clonagem humana: os debates éticos sobre as quimeras humanas. **Revista Transformar**, v. 14, n. 1, p. 699-716, 2020.

PESSINI, L. O que entender por bioética global?. **Revista de Educação ANEC**, v. 42, n. 155, p. 12-25, 2018.

PESSINI, L.; BARCHIFONTAINE, C. P. **Problemas atuais de bioética**. 8 ed. Edições Loyola, 414 p., 2007.

PESTALOZZI, J. H. **Écrits sur la méthode**. Vol. III. Le Mont Sur Lausanne: Loisirs et Pédagogie, 2009.

PHILLIPS, B. S. **Pesquisa Social**. Rio de Janeiro: Agir, 1974.

PINTON, M. R. G. M. **Aprendendo Biologia Molecular e Biotecnologia a partir de exemplos da Agropecuária: uma proposta metodológica inovadora para a 3ª série do Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado, PUC/MG, Belo Horizonte, 2009.

POLLI, J. R. **Freire, Habermas e o horizonte da emancipação**. 2. ed. Jundiaí: In House, 2013.

PORRAS, F. J. I.; OLIVÁN, M. P. Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 10, n. 3, p. 307-327, 2013.

POTTER, V. R. Bioethics, the science of survival. **Perspectives in Biology and Medicine**, v.14, p.127- 53, 1970.

_____. **Bioética: ponte para o futuro**. São Paulo: Edições Loyola; 2016.

POTTER, V. R. **Global bioethics: building on the Leopold legacy**. East Lansing: Michigan State University Press; 1988.

PRATA, R. V.; MARTINS, I. Ensino de ciências e educação de jovens e adultos: pela necessidade de diálogo entre campos e práticas. In: Encontro nacional de pesquisa em educação em ciência, 5., 2005, Bauru. **ATAS DO V ENPEC – SP**: Bauru, 2005. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p307.pdf>. Acesso em: 08 de dez. 2020.

RAMIREZ-GALVEZ, M. Reprodução assistida, consumo de tecnologia, deslocamentos e exclusões. **Ciência e Cultura**, v. 60, n.1, p. 39-41, 2008.

RAMOS, F. P.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; SILVA, M. R. Os acontecimentos pós-genômicos: formações discursivas em ambientes informais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 406-430, 2012.

RAMOS, F. P. **A Evolução conceitual da ética**. Ano 3, v. mar., p. 1-12, 2012.

REICH, W. A linguagem expressiva da vida. **Análise do caráter**, v. 3, p. 329-366, 1995.

REIS, A. R. H.; SILVA, C. C.; BORGES, C. K. G. D. Análise das dificuldades dos alunos acerca das cromossomopatias: uma abordagem baseada na metodologia da teoria fundamentada. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 9, n. 19, jul/dez, p. 239-253, 2016. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/996/889>. Acesso em: 03 abr. 2019.

REIS, P. **O “admirável mundo novo” em discussão**. Lisboa: Ministério da Educação, Instituto de Inovação Educacional, 2003.

REIS, T. A.; ROCHA, L. S. S.; OLIVEIRA, L. P.; LIMA, M.M.D. **O ensino de genética e a atuação da mídia**. 2010. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/851/574>. Acesso em: 10 de jan. 2020.

REZENDE, D. Notas sobre currículos e práticas em literatura: o atravessamento do “saber da experiência” literária. In: ALVES, M. P.; SEPÚLVEDA, D. (Orgs). **Tecendo conhecimentos nas escolas**. Petrópolis, RJ: DP et alii: Rio de Janeiro: FAPERJ, 272p, 2012.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. Os Parâmetros Curriculares Nacionais na formação inicial dos professores das Ciências da Natureza e Matemática do ensino médio. **Investigações em ensino de ciências**, v. 12, n. 3, p. 339-355, 2007.

_____. Os parâmetros curriculares nacionais para as ciências do ensino médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 257-274, 2008.

RICOEUR, P. Ética y moral. **Doce textos fundamentales de la Ética del siglo XX**, p. 241-255, 2002.

ROCHA, S. P. V. Tornar-se quem se é: educação como formação, educação como transformação. **ACTAS**, v. 3, 2015.

RODRIGUES, T. A.; LEANDRO NETO, J.; CARVALHO, A. V.; CARVALHO, T. A. R. Uma visão sobre a ética moral na perspectiva de Agostinho de Hipona e Tomás de Aquino. **Civicae**, v.1, n.1, p. 08-16, 2019.

RODRIGUES, W. P. Coronavírus: um problema de saúde pública?. **Scire Salutis**, v.10, n. 2, p. 18-25, 2020.

RODRÍGUEZ, B. A. La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. **Ensenanza de las Ciencias**, v.13, p. 397-385, 1995.

ROSA, B. O.; SILVA, M. E. da; RANGEL, T. L. V. **Alimentos transgênicos em uma perspectiva bioética: contornos do princípio da precaução em sede de segurança alimentar**. 2017. P. 197-211. Disponível em: <http://site.fdv.br/wp-content/uploads/2017/03/Parte-1-12-Alimentos-transge%CC%82nicos-Bruno-Rosa.-Maria-Eduarda-Silva.-Tua%CC%83-Rangel.pdf>. Acesso em: 22 de out. 2020.

SALLES, A. A. Bioética: a ética da vida sob múltiplos olhares. **Bioética: a ética da vida sob múltiplos olhares**. 2009. 222 p. Ed. Interciência. RJ.

SALLES, L. G. **Destino dos Embriões Excedentários**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós - Graduação em Direito. Aracaju: UNIT, 183f. 2014.

SALVADOR, P. M. P. D. **Avaliação do impacto de atividades outdoor: Contributo dos Clubes de Ciência para a Alfabetização Científica**. Dissertação de Mestrado - Universidade do Porto, Porto, 2002.

SANCHES, M. A. Início da vida no contexto da reprodução assistida. **Erasmus: Revista para el diálogo intercultural**, v. 14, n. 1, p. 31-44, 2012.

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

SANCHES, M. A. **Bioética: ciência e transcendência**. Edições Loyola, 2004.

_____. Brincando de Deus: bioética e as marcas sociais da genética. **Revista Brasileira de Bioética**, v. 4, n. 1-2, p. 118-119, 2008.

SANCHES, M. A.; SILVA, D. P. S.; OLIVEIRA, H.I. de. Relação entre a dignidade da pessoa com deficiência e o valor de embriões humanos. **Revista De Direito Sanitário**, v. 20, n. 2, p. 134-154, 2020.

SANDEL, M. J. **Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética**. Tradução de Ana Carolina Mesquita. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013.

SANTOS, A. L. C.; SILVA, F. V. C.; SANTOS, L. G. T.; FEITOSA, A. A. F. M. A. Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na paraíba. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21959-21973, 2020.

SANTOS, J. R. S.; SOUZA, B. T. C. A Utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Biologia: uma Revisão Bibliográfica/The Use of Information and Communication Technologies in Teaching Biology: a Bibliographic Review. **ID on line Revista de Psicologia**, v. 13, n. 45, p. 40-59, 2019.

SANTOS, M. C. C. L. **O Equilíbrio de um pêndulo**. Bioética e a Lei: implicações médico-legais. São Paulo: Ícone Editora, 1998.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SAVIAN FILHO, J. O Tomismo e a Ética: uma ética da consciência e da liberdade. **Bioéticos-Centro Universitário São Camilo**, v.2, n.2, p.177-184, 2008.

SBPC – SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. **SBPC se manifesta frente à aprovação iminente da BNCC do Ensino Médio**. 2018. Disponível em: <http://portal.sbpcnet.org.br/noticias/sbpc-se-manifesta-frente-a-aprovacao-iminente-da-bncc-do-ensino-medio/>. Acesso em: 15 de jan. 2019.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada ao ensino de genética. **Genética na Escola**, v. 11, n. 7, 2012. Disponível em: <http://geneticanaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-11-Artigo-07.pdf>. Acesso em: 30 de nov. 2019.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 2, p. 223-233, 2005.

SCHEID, N. M. J. Temas controversos no ensino de ciências: apontamentos de natureza ética. **Diálogo**, v. 1, n. 19, p. 65-79, 2011.

SCHMIDT, H. G. Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. **Medical Education**, v. 27, n. 5, p. 422-432, 1993.

SCHNEIDER, E. M.; HARMEL, D.; MEGLHIORATTI, F. A. O ensino de Genética e as concepções sobre gene apresentadas por estudantes do 3º ano do ensino médio. In: Os Estágios Supervisionados de Ciências e Biologia em Debate II. **Anais...** Cascavel: UNIOESTE, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, p. 01-21 2010.

SCHRAMM, F. R. A clonagem humana: uma perspectiva promissora. Garrafa V, Pessini L, organizadores. **Bioética: poder e injustiça**. São Paulo: Loyola, p. 187-195, 2003.

SECRETARY'S ADVISORY COMMITTEE ON GENETICS, HEALTH, AND SOCIETY. **Meeting transcript**. Washington, DC: SACGHS, 2009. Disponível em: http://oba.od.nih.gov/SACGHS/sacghs_past_meeting_documents.html#oct2009. Acesso em: 10 de nov. 2020.

SEVERINO, A. J. **O agir pessoal e a prática social: a ética e a política**. São Paulo: Cortez, p. 192-195, 1992.

SGANZERLA, A.; PESSINI, L. Edição de humanos por meio da técnica do Crispr-cas9: entusiasmo científico e inquietações éticas. **Saúde em Debate**, v. 44, p.527-540, 2020.

SIEBERT, P. R. **Bioética para estudantes de Ciências Biológicas: investigação sobre os fundamentos que compõem ou deveriam compor a área**. Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 156f. 2015.

SILVA, A. T.; MORAIS, A. R. D. M. N.; NASCIMENTO, F. C. D. F. S.; RAMOS, J. C. C.; NASCIMENTO, T. G.; DUARTE, F. R. Reflexões Éticas Suscitadas pelos Avanços Tecnológicos. **ID on line Revista de Psicologia**, v. 13, n. 43, p. 1072-1080, 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Maria%20Helena/Downloads/1579-5855-1-PB.pdf>. Acesso em: 15 de set. 2020.

SILVA, C. C. **Análise sistêmica do processo ensino aprendizagem de genética à luz da teoria fundamentada**. Tese de Doutorado - Educação em Ciências e Matemática - UFMT, Manaus. 187f. 2014. Disponível em: <http://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/98742af5bc055a1d123c544f58953292.pdf>. Acesso em 05 de dez. 2020.

SILVA, C. C.; CABRAL, H. M. M.; CASTRO, P. M. Investigando os obstáculos da aprendizagem de genética básica em alunos do ensino médio. **ETD-Educação Temática Digital**, v. 21, n. 3, p. 718-737, 2019.

SILVA, F. L. **A Bioética como Ética Aplicada**. IN: Kreinz G, Pavan, C (org.), *Ética e Divulgação Científica: Os desafios no novo século*, Coleção Divulgação Científica, vol. 5, p. 37-44, 2002.

SILVA, J. L. P. Sócrates e a vida digna de ser vivida. **Revista Litterarius**, v. 13, n. 03, 2014.

SILVA, M. C. A.; GASPARIN, J. L. A teoria da ação comunicativa de Jürgen Habermas e suas influências sobre a educação escolar. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS, 7, 2006, Campinas. **História, Sociedade e Educação no Brasil** – HISTEDBR: anais eletrônicos. Campinas: Graf. FE: HISTEDBR, 2006. Disponível em: http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer_histedbr/seminario/seminario7/TRABALHOS/M/Marcia%20CA%20Silva%20e%20%20Joao%20L%20Gasparin1.pdf. Acesso em: 20 de dez. 2018.

SILVA, P. F. **Bioética e valores: um estudo sobre a formação de professores de ciências e biologia**. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em

Educação, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 214 f. 2008.

_____. Educação em bioética: desafios na formação de professores. **Revista Bioética**, v. 19, n. 1, p. 231-245, 2011.

_____. Ensino de bioética no ensino médio-reflexões e desafios para a formação de professores de ciências e biologia. **Revista Brasileira de Bioética**, v. 6, n. 1-4, p. 98-114, 2010.

_____. Formação em bioética: proposta para uma educação em valores. **Revista Pandora Brasil**, n. 28, 2011.

SILVA, P. F.; KRASILCHIK, M. Bioética e ensino de ciências: O tratamento de temas controversos–Dificuldades apresentadas por futuros professores de ciências e de biologia. **Ciência e Educação (Bauru)**, v. 19, n. 2, p. 379-392, 2013.

SILVA, R. P.; RIBEIRO, V. M. B. Inovação curricular nos cursos de graduação em medicina: o ensino da bioética como uma possibilidade. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 33, n. 1, p. 134-43, 2009.

SINGER, P. **Ética prática**. Trad. Jefferson Luiz Camargo. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 399 p., 2018.

SIQUEIRA, J. E. A arte perdida de cuidar. **Bioética**, v. 10, n. 2, p. 89-106, 2002.

SNUSTAD P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de Genética**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

SOUZA, A. C. M.; GOMES, M. F. A reprodução assistida e a adoção de embriões excedentários. **e-Revista Facitec**, v. 9, n. 1, 2018. Disponível em: <http://revistaadmmade.estacio.br/index.php/erevistafacitec/article/viewFile/5191/47964817>. Acesso em: 17 de nov. 2020.

SOUZA, H. J. S. **O problema da motivação moral em Kant**. Editora UNESP, 2009.

SOUZA, K. K. P. C.; ALVES, O. F. As principais Técnicas de Reprodução Humana Assistida. **Saúde e Ciência em Ação – Rev. Acad. Inst. de Ciênc. da Saúde**, v. 2, n. 1, p. 26-37. 2016.

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

SOUZA, V. F. M.; SASSERON, L. H. As interações discursivas no ensino de física: a promoção da discussão pelo professor e a alfabetização científica dos alunos. **Ciência e Educação**, v. 18, n. 3, p. 593-611, 2012.

SPALA, F. T. Paulo Freire: a pedagogia referenciada na vida. **Revista Teias**, v. 15, n. 38, p. 6-17, 2014.

SPINELLI, M. A aretê filosófica de Platão sobreposta à do éthos tradicional da cultura grega. **Revista Archai**, n. 12, p. 165-177, 2014.

STANLEY, T.; MARSDEN, S. Problem-based learning: Does accounting education need it? **Jornal of Accounting Education**, v. 30, n. 3-4, p. 267-289, 2012.

STIVAL, S. L. M. Genética recreativa: os testes genéticos direct-to-consumer em Portugal. **Cadernos Ibero-americanos de Direito Sanitário**, v. 9, n. 3, p. 123-152, 2020. Disponível em:
<https://www.cadernos.prodisa.fiocruz.br/index.php/cadernos/article/view/655/764>.
Acesso em: 14 de out. 2020.

STRANSKY, B. Bioética e aprendizagem ativa: um estudo de caso. **Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica**; 13-17 out 2014; Uberlândia. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica; 2014.

TADÊUS, P. A. Ética na educação. **Revista Triângulo**, v. 2, n. 02, 2009.

TEIXEIRA, M. A. Transgênicos nos supermercados do Brasil: consumo e informação. 2009 p. 201-209. In: SALLES, A. A. (Org). **Bioética: a ética da vida sob múltiplos olhares**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Genética e suas aplicações: identificando o conhecimento presente entre concluintes do ensino médio. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 3, p. 358-372, 2014.

THOMPSON, M.; RIOS, E. P. **Conexões com a biologia**. Ensino Médio, v. 1. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016a.

_____. **Conexões com a biologia**. Ensino Médio, v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016b.

THÖRNE, K., GERICKE, N. M.; HAGBERG, M. Linguistic Challenges in Mendelian Genetics: Teachers' Talk in Action. **Science Education**. v. 97, n. 05, p. 695–722, 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.21075>. Acesso em: 28 de jun. 2014.

TIZIOTO, P. C.; ARAÚJO, E. S. N. N. Biotecnologia e bioética nos livros didáticos. **Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**, v. 6, 2007.

TOBITA, T.; GUZMAN-LEPE, J.; COLLIN DE L'HORTET, A. From hacking the human genome to editing organs. **Organogenesis**, v. 11, n. 4, p. 173-182, 2015. Disponível em:
<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/15476278.2015.1120047?needAccess=true>. Acesso em: 14 de out. 2020.

TRABATTONI, F. **Platão**. Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press, 2012.

- TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 97-114, 2015.
- UNESCO. **A Comissão Futuros da Educação da Unesco apela ao planejamento antecipado contra o aumento das desigualdades após a COVID-19**. Paris: Unesco, 16 abr. 2020. Disponível em: <https://pt.unesco.org/news/comissao-futuros-da-educacao-da-unesco-apela-ao-planejamento-antecipado-o-aumento-das>. Acesso em: 10 de nov. 2020.
- VALLS, A. L. M. **O que é ética**. São Paulo: Brasiliense, 2017.
- VARELLA, D. **Clonagem Humana**. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v18n51/a18v1851.pdf>. Acesso em: 03 de nov. 2020.
- VATTIMO, G. **Ética de la interpretación**. Buenos Aires: Editorial Paidós, 1992.
- VÁZQUEZ, A. S. **Ética**. Trad. João Dell'Anna. 39. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018.
- VEATCH, R. M. **Medical Ethics: Second Edition**. Londres: Jones and Bartlett Publishers, 1997.
- VEIGA, M. L. Formar para um conhecimento emancipatório pela via da educação em ciências. **Revista Portuguesa de Formação de professores**, v. 2, p. 49-62, 2002.
- VESTENA, R. F.; LORETO, E. L. S.; SEPEL, M. N. Construção de heredograma da própria família. Uma proposta interdisciplinar e contextualizada para o ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza e las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2015.
- VETTORATO, J. G.; MÜLLER, N. T. G.; SILVA, D. H. Bioética: vida humana como objeto de experiência científica. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, v. 4, n. 7, pág. 47-53, 2019.
- VICTORINO, A. B.; STEVANATO, J.; LO TURCO, E. G. Vitriificação de oócitos: uma nova tendência nos centros de reprodução assistida. In: IZZO, CARLOS ROBERTO. Infertilidade de causa hormonal para o ginecologista. **Boletim da SBRH: Artigos Científicos**, v. 6, n. 2, p. 6-8, 2008.
- VIEIRA, T. R. **Bioética: temas atuais e seus aspectos jurídicos**. Brasília: Consulex, 145p., 2006.
- WONG, H. Y. F.; LAM, H. Y. S.; FONG, A. H-T; LEUNG, S. T.; CHIN, T. W-Y, LO, C,S,Y.; *et al.* Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in COVID-19 Positive Patients. **Radiology**, v. 296, n. 2, p. 72-78, 2020.
- WOOD-ROBINSON, C.; LEWIS, J.; LEACH, J. Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. **Journal of Biological Education**, v. 35, n. 1, p. 29-36, 2000.
- WU, Z.; MCGOOGAN, J. M. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72

314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. **Jama**, v. 323, n. 13, p. 1239-1242, 2020.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n3/03.pdf>. Acesso em: 6 de nov. 2018.

ZABALZA, M. A. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Porto Alegre: Artmed, 2007. Apoio: Pesquisa financiada pela FAPESP–Bolsa de Iniciação Científica.

ZABALZA, M. **Planificação e Desenvolvimento Curricular na Escola**. Porto: Edições ASA, 1992.

ZANELLA, D. C.; SGANZERLA, A.; PESSINI, L. A bioética global de VR Potter. **Ambiente e Sociedade**, v. 22, 2019.

ZATZ, M. Clonagem e células-tronco. **Ciência e Cultura**, v. 56, n. 3, p. 23-27, 2004.

ZATZ, M. **Genética: a escolha que nossos avós não faziam**. São Paulo: Globo, 2016.

ZHU N, ZHANG D, WANG W, LI X, YANG B, SONG J, *et al.* A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. **The New England Journal of Medicine**. 2020.

ANEXO A – ACEITE DO COMITÊ DE ÉTICA – PRIMEIRA ETAPA – 2018



FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ -
FIOCRUZ/IOC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O uso de filmes comerciais como recurso didático para o ensino de genética no Ensino Médio

Pesquisador: MARIA HELENA MACHADO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 80576817.0.0000.5248

Instituição Proponente: FUNDACAO OSWALDO CRUZ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.560.362

Apresentação do Projeto:

Como já descrito no parecer anterior, o projeto objetiva identificar percepções e interesse por parte de alunos e professores do ensino médio acerca da utilização de filmes como estratégia para o ensino de Genética, assim como identificar os tipos de películas mais usadas.

Será realizada análise documental de livros didáticos da Educação Básica; analisados os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular para caracterização das propostas de atividades para o ensino de Biologia concernente ao campo; entrevistas semi-estruturadas com alunos e docentes; atividades práticas em oficinas com alunos usando películas para a elaboração de um catálogo de filmes pertinentes.

Objetivo da Pesquisa:

Segundo o projeto, assumem-se como objetivos:

Objetivo Primário:

Investigar as possibilidades e obstáculos referentes à utilização de filmes como estratégia para o ensino de Genética na Educação Básica e suas interfaces com o contexto histórico.

Objetivos Secundários:

1. Pesquisar, através de leitura detalhada, como ocorre a inserção de sugestões de filmes para o

Endereço: Av. Brasil 4036, Sala 705 (Campus Expansão)

Bairro: Manguinhos

CEP: 21.040-360

UF: RJ

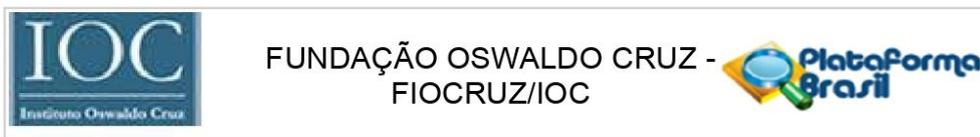
Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9011

Fax: (21)2561-4815

E-mail: cepfiocruz@ioc.fiocruz.br

ANEXO B – ACEITE DO COMITÊ DE ÉTICA – SEGUNDA ETAPA – 2019



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: "PROPOSTA DE DISCUSSÕES ÉTICAS PARA O ENSINO DE GENÉTICA"

Pesquisador: ROSANE MOREIRA SILVA DE MEIRELLES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 26267519.4.0000.5248

Instituição Proponente: FUNDACAO OSWALDO CRUZ

Patrocinador Principal: FUNDACAO OSWALDO CRUZ

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.775.345

Apresentação do Projeto:

As inúmeras possibilidades acerca do futuro das pesquisas genéticas remetem a refletir a função da escola na sociedade e o aporte que o Ensino de Ciências pode dar para uma formação integral, a partir da abordagem dos conteúdos. Apenas através da educação chega-se a um grau de esclarecimento que instrua o cidadão entender, debater eticamente e opinar politicamente sobre os rumos científicos e outros temas (SEVERINO, 1997). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999) recomendam que verse a respeito dos temas sociais de modo interdisciplinar, através dos temas transversais (Ética, Meio Ambiente e Orientação Sexual), desde o Ensino Fundamental. Nesse sentido, eles poderão contribuir de alguma maneira, contanto que sejam contextualizados, para formar o sujeito.

Inicialmente serão analisados livros didáticos, disponíveis pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) do Ensino Médio. Pretendemos traçar um panorama deste instrumento didático. Na segunda etapa, serão analisados documentos curriculares relacionados aos conceitos genéticos e estratégias de ensino. O universo da pesquisa será formado por professores de Biologia do Ensino Médio e por alunos, de duas escolas públicas do município de Pinheiral, para traçar um panorama do ensino de Genética no Ensino Médio. As escolas participantes autorizaram a realização da coleta de dados, caso o projeto seja aprovado, através do Termo de Compromisso Institucional (ANEXOS 1 E 2). Para a coleta de dados, todos os participantes assinarão o TCLE: representantes legais (alfabetizados ou não), estudantes maiores de idade (ANEXOS 3 e 4) e professores (ANEXO

Endereço: Av. Brasil 4036, sala 705 (Campus Expansão)
Bairro: Manguinhos **CEP:** 21.040-360
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3882-9011 **Fax:** (21)2561-4815 **E-mail:** cepfiocruz@ioc.fiocruz.br

ANEXO C – AUTORIZAÇÃO ESCOLA A

Pinheiral, ____ de _____ de 2019.

AUTORIZAÇÃO

Eu, _____, diretor

(a) do CIEP Brizolão 291 – Dom Matinho Schlude, autorizo Maria Helena Machado, aluna de Doutorado do Programa em Ensino em Biociências e Saúde (IOC- Fiocruz), a desenvolver atividades do seu projeto de pesquisa intitulado: “**Proposta de Discussões Éticas para o Ensino de Genética**” nas dependências desse colégio, com os professores, bem como com os estudantes do Ensino Médio (após autorização dos responsáveis legais).

Diretor (a)

ANEXO D – AUTORIZAÇÃO ESCOLA B

Pinheiral, ____ de _____ de 2019.

AUTORIZAÇÃO

Eu, _____, diretor (a) do Colégio Estadual Célio Barbosa Anchite, autorizo Maria Helena Machado, aluna de Doutorado do Programa em Ensino em Biociências e Saúde (IOC- Fiocruz), a desenvolver atividades do seu projeto de pesquisa intitulado: **“Proposta de Discussões Éticas para o Ensino de Genética”** nas dependências desse colégio, com os professores, bem como com os estudantes do Ensino Médio (após autorização dos responsáveis legais).

Diretor (a)

**ANEXO E –TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AO RESPONSÁVEL OU
ESTUDANTE MAIOR DE IDADE**

(De acordo com a Resolução CNS 466/12 e Resolução CNS 510/16)

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa de doutorado chamada: **“Propostas de Discussões Éticas para o Ensino de Genética”**. O objetivo deste estudo, neste momento, é verificar a eficácia do estudo de casos para estimular discussões acerca de questões éticas para ensino de Genética. O estudo ocorrerá durante o horário letivo. Sua participação não é obrigatória, e, caso aceite participar, poderá a qualquer momento desistir de participar e retirar seu consentimento. Se você não quiser participar do trabalho, sua recusa não o (a) prejudicará em sua relação com o pesquisador, com sua vida escolar ou com a instituição onde a pesquisa está sendo realizada.

A pesquisa não servirá de avaliação para a disciplina de Biologia no ano letivo e também não exigirá nenhuma participação fora da escola. Os benefícios serão indiretos, pois as informações coletadas poderão contribuir para a informação dos processos biológicos que envolvam a Genética, bem como a formação ética possibilitando a melhoria da qualidade de ensino de Biologia e a escola receberá posteriormente uma cópia do material produzido. Participar dessa pesquisa não implicará nenhum custo financeiro para você, e, como voluntário, você também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

A pesquisa será feita através de um questionário, com tópicos pré-selecionados sobre o conteúdo de Genética. Pretende-se realizar, através de oficinas, um conjunto de atividades que suscitará discussões e argumentações sobre questões éticas que se inserem no ensino de Genética. As narrativas serão retiradas de revistas e/ou notícias de jornais. Cabe ressaltar que será respeitada a classificação etária e não serão utilizados casos que tratem de violência do tipo mutilação, tortura, estupro e suicídio, assim como violência contra adolescentes e crianças. Da mesma maneira que relatos com conteúdo envolvendo sexo e drogas com uso explícito, não serão usadas. Os registros, através de fotos, das oficinas serão feitos de modo que as imagens serão ofuscadas de maneira que você não seja identificado(a). As informações obtidas através dessa pesquisa serão

confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. As informações serão usadas apenas para fins acadêmicos e científicos. Não será feita nenhuma citação a nomes, endereços ou qualquer forma de identificação. Suas informações serão arquivadas com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo, serão destruídas.

Caso você não queira participar da pesquisa, será dada como alternativa ao período de realização do trabalho, a participação no jogo chamado “Célula Adentro” elaborado por pesquisadores da Fiocruz, o qual tem boa aceitação na escola e que contém atividades relacionadas aos conteúdos de Biologia. Essa atividade acontecerá dentro da sala de aula, sob orientação da pesquisadora responsável.

A sua participação na pesquisa poderá lhe expor a riscos mínimos como cansaço, desconforto pelo tempo gasto no preenchimento do questionário ou constrangimento caso não se sinta apto a responder alguma questão. Se isto ocorrer você poderá interromper o preenchimento e retomá-lo posteriormente, se assim desejar. Você tem garantido, em todas as etapas, o direito de esclarecer dúvidas e obter informação sobre qualquer aspecto. Este termo de consentimento é redigido em duas vias de igual teor e uma delas será fornecida a você e a outra será arquivada pelo pesquisador responsável. Todas as páginas deverão ser rubricadas por você e pelo pesquisador responsável e com ambas as assinaturas acrescentadas na última página. O resultado final da pesquisa será divulgado na Tese de doutorado da pesquisadora Maria Helena Machado. Caso você tenha dúvidas ou se sinta prejudicado(a), poderá contatar a pesquisadora Maria Helena Machado pelo telefone (24) 992711305 ou e-mail helenamestrado.09@gmail.com ou pelo e-mail rosanemeirelles@gmail.com falando com Rosane M. S de Meirelles. Caso queira obter esclarecimentos relacionados à ética da pesquisa, poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – CEP FIOCRUZ/IOC Instituto Oswaldo Cruz/ Fundação Oswaldo Cruz, Av. Brasil, 4036 – sala 705 (Expansão) Manguinhos – Rio de Janeiro – RJ - CEP: 21040-360 Tel.: (21) 3882-9011 e-mail: cepfiocruz@ioc.fiocruz.br.

Dessa forma, se você concordar em participar da pesquisa, solicita-se a sua assinatura de autorização neste termo. Desde já agradece-se a sua colaboração.

Ciente e de acordo com o que foi exposto acima, eu _____ RG: _____,
concordo com a participação nesta pesquisa.

() e autorizo o uso de imagem em caso de registros fotográficos.

() mas não autorizo o uso de imagem em caso de registro fotográficos.

Nome do aluno: _____

Assinatura do responsável: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

Data: ___/___/___

OBS: A página 1 deverá ser rubricada pelo pesquisador e responsável legal ou estudante maior de idade.

ANEXO F – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Estudantes do Ensino Médio)

Prezados colaborador(a),

sou Maria Helena Machado, doutoranda da Fiocruz e desenvolvo pesquisa para saber como ajudar a melhorar a inclusão de discussões éticas no ensino de Genética. Sabe-se que, com o avanço genético, é importante debater sobre temas polêmicos que envolvem as pesquisas científicas. Portanto, pede-se sua ajuda para que se encontrem meios de ajudar os professores no desenvolvimento de aulas que auxiliem na sua formação e informação, discutindo os temas éticos envolvidos nos assuntos de Genética.

Já houve conversa com seus pais e estes concordaram com o convite para que vocês participem desta pesquisa com a gente. Vou te explicar tudo o que precisará fazer. Você deve ouvir atentamente e depois disso, e depois que ler estas explicações, você poderá dizer se quer nos ajudar ou se não quer.

Eu vou te fazer algumas perguntas sobre conceitos básicos de Genética. Se você não gostar de alguma pergunta ou não quiser responder não tem problema. Você só responderá as perguntas que sentir vontade.

Você ficou com alguma dúvida? Se sim, pode perguntar que te respondo. Se quiser conversar com seus pais ou com outra pessoa tudo bem! Você não precisa responder agora se quer participar.

Ao final da pesquisa, revelaremos, para você e para seus pais, os resultados da pesquisa. Haverá conversa com os professores e tentativa de ajudá-los para a construção de práticas que estimulem o diálogo, o debate de ideias e a reflexão sobre temas polêmicos a respeito ensino de Genética.

Se você tiver alguma dúvida sobre a pesquisa, você pode pedir para seus responsáveis entrarem em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa no telefone abaixo. O Comitê de ética é formado por um grupo de pessoas que trabalham para defender os interesses dos participantes das pesquisas.

Tel. Do CEP: (21) 3882-9011

E-mail: cepfiocruz@ioc.fiocruz.br.

Declaro que entendi e concordo em participar. Ficarei com uma via deste termo assinada pelo pesquisador que conversou comigo e me explicou sobre minha participação.

Ciente e de acordo com o que foi exposto acima, eu _____, RG: _____, concordo com a participação nesta pesquisa.

() e autorizo o uso de imagem em caso de registros fotográficos.

() mas não autorizo o uso de imagem em caso de registro fotográficos.

Assinatura do(a) estudante: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

Data: ____/____/____

APÊNDICE A – ROTEIRO PARA ENTREVISTA COM PROFESSORES

ROTEIRO SEMIESTRUTURADO DAS ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES

TÓPICOS

- Informações pessoais (faixa etária, sexo).
- Informações profissionais (escolaridade, tempo de atuação como docente, tipo de escola em que trabalha, séries em que leciona, número de aulas semanais).
- Critério de escolha dos livros e dos materiais de apoio usados.
- Importância do ensino de Genética na concepção dos professores.
- Quais assuntos são abordados no que se refere ao tema Genética.
- Grau de interesse por parte dos alunos sobre o tema.
- Desafios para o ensino de Genética.
- Quais recursos ele usa com maior frequência para inserir o tema genética e qual a importância dada a eles.
- Definição do que é ética na percepção dos professores.
- Opinião dos professores acerca do tema bioética ser melhor abordado pelo regente em filosofia.
- Opinião dos educadores sobre a importância do aspecto ético-moral para a formação do aluno. E quem é responsável por essa formação, na opinião deles.
- Opinião dos professores acerca da formação do caráter moral do estudante quando ele ingressa no Ensino Médio e se a escola consegue remodelar ou não a personalidade do aluno para garantir uma postura ética no futuro.
- Grau de familiaridade com questões éticas que possam surgir na aula de Biologia.
- Recursos metodológicos usados para abordar questões bioéticas.
- Grau de atualização sobre os avanços da Genética.
- Assuntos preferidos, acerca da bioética, para trabalhar.
- Importância da abordagem do tema bioética em aulas voltadas para assunto como pesquisas de fertilização in vitro, transplantes, implantes e células tronco.
- Cientificamente falando, pode-se afirmar que ética e moral andam juntas? Por quê?
- Fatores considerados limitantes para a discussão de questões éticas no ensino de Genética.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO AOS DISCENTES – 2018

1) Dados pessoais

Nome: _____ Idade: _____ Turma: _____

Série: _____

Sexo: () F () M Turno: _____ Teve Biologia nos anos anteriores? Sim () Não ()

2) O que vem em sua mente quando escuta a expressão “material genético”?

3) O que vem em sua mente quando escuta a palavra “genética”?

4) Você sabe em qual parte da célula se encontra o material genético? Explique a sua resposta.

5) Escreva o que você sabe sobre:

a- Célula? _____

b- Cromossomos? _____

b- DNA? _____

c- Genes? _____

d- Genoma? _____

e- Mutação? _____

6) Na sua opinião, as cicatrizes e marcas que se adquirem ao longo da vida são transmitidas para os filhos? Explique sua resposta.

7) Você come DNA? Explique sua resposta:

8) O teste de DNA para identificar a paternidade é considerado o exame mais avançado do século. O exame de DNA pode ser feito com amostra de qualquer material biológico de uma pessoa? Explique sua resposta.

9) Você lembra se já teve alguma aula com o tema Genética? O que você lembra de ter visto nesta (s) aula (s)?

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO AOS DISCENTES – 2019

1- DADOS PESSOAIS:

Nome: _____ Idade: _____ Turma: _____

Série: _____

Sexo: () F () M Turno: _____

1- Nos últimos meses, algum assunto, no campo da genética, lhe despertou curiosidade? Qual?

2- A escola contribui de alguma forma para despertar sua curiosidade sobre o assunto que você citou, anteriormente?

() Sim () Não () Parcialmente **Comente sua resposta anterior, com sugestões, opiniões ou comentários (opcional):**

3- O avanço da Genética, aliada ao desenvolvimento tecnológico, tem grandes contribuições para a humanidade. De alguma forma esses avanços estão presentes no seu dia a dia?

() Sim () Não

a- Você poderia citar alguma dessas contribuições? _____

b- De que forma lhe beneficiam, direta ou indiretamente?

4- Sobre os fatos abaixo, dê sua opinião, justificando sua resposta:

a- “Utilizando ratos, cientistas japoneses conseguem definir gênero dos filhotes antes da fecundação.” (Veja 23/ 08/ 2019)

Você acha correto se valer da novidade no caso de seres humanos? Justifique a sua resposta:

b- “Cientistas chineses afirmaram que criaram os primeiros bebês do mundo geneticamente modificados, segundo a publicação americana ‘MIT Technology Review’. Os pesquisadores modificaram os genes de duas gêmeas, Lulu e Nana, para torná-las resistentes a doenças como HIV, cólera e varíola. Para isso, os cientistas “melhoraram” o DNA, segundo eles.” (EXAME, 26/11/2018)

Você concorda que a tecnologia de manipulação genética seja usada em humanos? Justifique a sua resposta:

c- “Eu estava pensando em mandar as amostras do meu namorado para teste e fazer uma surpresa para ele. Acho que seria um presente incrível”, disse uma cliente, por telefone, ao atendente de um laboratório nos EUA, que realiza testes genéticos. “Claro, vai ser incrível! Você poderia surpreendê-lo com o teste da ancestralidade e depois com as informações de saúde”, respondeu o atendente. (Galileu, dez./2013)

Você acha correto estimular a venda de uma análise sem o conhecimento da pessoa analisada? Justifique a sua resposta:

d- “Oito meses após o nascimento de seu primeiro filho, a fisioterapeuta Tatiana Vasconcelos, de Presidente Prudente (SP), descobriu que ele era portador da gangliosidose GM1 tipo 1, uma doença genética que afeta uma a cada 100 mil pessoas. Cumprindo o prognóstico dos médicos, Leonardo morreu pouco depois de completar dois anos. Após o diagnóstico, o casal descobriu que a doença estava nos genes de ambos, apesar de nunca ter se manifestado em suas famílias. Por causa da gravidade da condição, os médicos também proibiram uma nova gravidez. Desde então, o casal considerou submeter-se a um processo de fertilização in vitro com diagnóstico pré-implantacional – procedimento em que o examina-se o DNA dos embriões, em seus primeiros estágios de formação, para selecionar somente os que não teriam a possibilidade de desenvolver a doença.” (BBC Brasil 07/05/2015)

Você concorda com o método de escolher embriões? Justifique a sua resposta:

e- Um bebê com DNA de três pessoas nasceu na Grécia após um controverso tratamento de fertilidade. De acordo com os médicos, a mãe e a criança, que nasceu pesando 2,9 kg, passam bem. Os médicos acreditam que estão "fazendo história na medicina" e que o tratamento poderia ajudar casais com problemas de fertilidade em todo o mundo. No processo, o bebê é parente da mãe, da doadora de óvulos e do pai. Isso porque o óvulo doado dá à criança suas mitocôndrias – estruturas produtoras de energia que possuem seu próprio material genético. Ou seja, uma pequena fração do DNA do embrião é da doadora. (Galileu 11/04/2019)

Você acha correto usar esta técnica para tornar possível, às mulheres com múltiplos fracassos de fertilização ou com doenças genéticas mitocondriais raras, gerar uma criança saudável? Justifique a sua resposta:

5- Você sabe o que significa Bioética?

Sim Não

Comente a sua resposta:

APÊNDICE D – MATERIAIS PARA A PROPOSTA DIDÁTICA

SUGESTÃO DE CASOS PARA ABORDAR A “BIOÉTICA E AVANÇOS DA GENÉTICA”

Caso 1: “Tinder genético” é proposto por pesquisador de Havard (20/12/ 2019)



Fonte: https://conteudo.imguol.com.br/c/entretenimento/e3/2018/12/19/dna-teste-de-dna-1545256083989_v2_900x506.jpg

O geneticista George Church, da Universidade de Harvard, está desenvolvendo uma espécie de “Tinder genético”, que exclui as pessoas que não são consideradas compatíveis com o usuário. Segundo ele, a ideia é que o aplicativo junte casais para evitar que tenham filhos com doenças hereditárias. O mecanismo não seria muito diferente do Tinder. O aplicativo mostraria várias pessoas e você poderia curtir as que mais tem a ver com você. A diferença é que algumas pessoas consideradas “incompatíveis” não apareceriam na sua tela, pois vocês dois possuem genes que poderiam gerar um filho com uma doença indesejada.

Fonte: <https://super.abril.com.br/ciencia/tinder-genetico-proposto-por-pesquisador-de-harvard-e-acusado-de-eugenia/>

Questões norteadoras:

- Qual a opinião de vocês sobre esta possibilidade?
- Desejariam ter filhos, sabendo que poderia transmitir-lhes os seus genes defeituosos?
- Na opinião de vocês, quem decide quais doenças são desejáveis ou não?

Caso 2: Bebês gêmeas nascem com genes editados por cientista (31/12/2018)



Fonte: <https://media.gazetadopovo.com.br/2019/03/22110624/man-2125123-960x540.png>

O biólogo chinês He Jiankui modificou o DNA das gêmeas chamadas Lula e Nana. As meninas gêmeas foram as primeiras pessoas, na história da humanidade, que nasceram após seu genes terem sido modificados em uma bancada de laboratório enquanto ainda estavam na fase de embriões. O cientista deixou as meninas “imunes” ao vírus HIV para sempre. O biólogo utilizou “cortou” do DNA um gene que fabrica uma proteína que deixa o organismo humano sensível ao vírus HIV. Com esse gene “cortado” e definitivamente fora do DNA, as meninas ficariam mais resistentes ou até imunes ao vírus HIV. Teoricamente, portanto, estariam “livres” da possibilidade de adquirir o HIV pelo resto da vida. Essa foi a ideia que o motivou, pois Jiankui fez isso por que o pai das meninas é portador do HIV. O intuito, portanto, foi “protegê-las”, deixando-as imunes ao HIV e à AIDS para o resto da vida. O pesquisador afirmou que a técnica teve sucesso total em uma das meninas e parcial em outra.

Fonte: <https://g1.globo.com/bemestar/blog/ana-escobar/post/2018/12/31/terapia-genica-a-etica-pode-ou-deve-limitar-a-ciencia.ghtml>

Questões norteadoras:

- a) Vocês concordam com o experimento do biólogo? Por quê?
- b) Se vocês fossem o biólogo chinês He Jiankui, o que fariam sabendo que este experimento: 1- pode “cortar” a parte errada do genoma, ou fazer mudanças que não eram as pretendidas, com consequências imprevisíveis; 2- causa efeitos colaterais; 3- há um consenso internacional na comunidade científica de não fazer experimentos em embriões; 4- ninguém sabe se realmente funcionou; 5- o HIV é uma doença tratável?

Caso 3: Bebês com síndrome de Down podem parar de nascer na Inglaterra (25/01/2018)



Fonte: https://www.cdpd.com.br/images/img_deteccao_sindromes.jpg

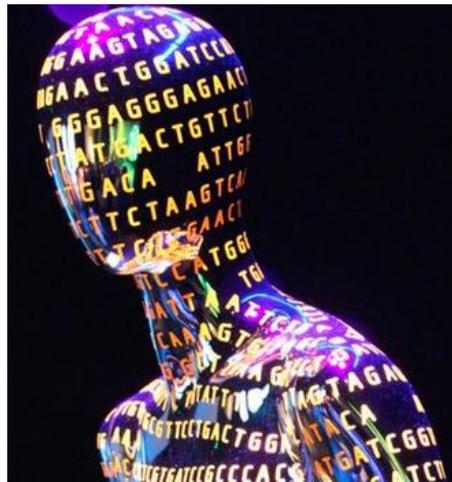
O sistema público de saúde britânico introduziu um novo exame que pode possibilitar de que bebês com síndrome de Down parem de nascer na Inglaterra. O exame é menos invasivo e mais seguro. Por isso, prevê-se que mais mulheres queiram se submeter ao teste. O procedimento é legalizado no país e está disponível na rede pública. A síndrome de Down é uma alteração genética causada pela presença de uma cópia “extra” do cromossomo 21, condição também chamada de trissomia do 21. Enquanto a maioria das pessoas possuem 23 pares de cromossomos em suas células, portadores de Down tem três cromossomos 21. Ela, normalmente, é caracterizada por algumas características físicas e problemas de aprendizagem. Pode provocar outras complicações, como problemas cardíacos e de tireoide. O novo teste oferecido pelo NHS é feito por exame de sangue e, por isso, não apresenta nenhum risco para o bebê. Segundo a Fiocruz, ele tem 99% de confiabilidade. Chamado pela sigla NIPT (teste pré-natal não invasivo, na sigla em inglês), ele já estava disponível na rede privada, mas só agora chega à rede pública britânica, usada pela maioria da população do país. Na Inglaterra, o aborto é permitido em casos de diagnóstico de Down.

Fonte: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/01/25/Por-que-beb%C3%AAs-com-s%C3%ADndrome-de-Down-podem-parar-de-nascer-na-Inglaterra>

Questões norteadoras

- a) Esta técnica é útil? Por quê?
- b) Em uma situação em que se determine, através de testes de diagnóstico pré-natal, que determinado feto apresenta alguma deformação ou mutação genética, em que situações optariam por um aborto?
- c) Que tipo de alterações genéticas consideram justificável esta medida? E que tipo de alterações considera não justificarem esta medida?

Caso 4: como as empresas estão ganhando dinheiro com seu DNA (07/05/2019)



Fonte: https://i0.wp.com/biologo.com.br/bio/wp-content/uploads/2015/11/1636684209_b8db1c855b_z2.jpg?w=631&ssl=1

Uma empresa americana de genealogia admitiu que estava compartilhando informações genéticas de seus clientes com o FBI, a polícia federal americana, para ajudar a identificar suspeitos de estupros e assassinatos. Outra companhia de análise de DNA assinou um contrato com uma indústria farmacêutica para ajudar no desenvolvimento de novos medicamentos. A empresa diz que tem mais de cinco milhões de clientes, dos quais mais de 80% concordaram em participar de suas pesquisas, criando uma enorme base de dados genéticos.

O laboratório americano Myriad Genomics chegou a obter a patente de dois genes associados ao aumento do risco de câncer de mama e de ovário. Ele criou um teste para identificar a existência desses genes em mutação no corpo da mulher e, com a patente, se isolou do resto do mundo na exploração comercial desses dois genes. Mas, em 2013, a Suprema Corte dos EUA declarou a patente inválida. Mas

como a Myriad deteve o monopólio por tanto tempo, conseguiu o melhor conjunto de dados.

Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-cap-47926294>

Questões norteadoras:

- a) Qual a opinião do grupo sobre a aquisição de patentes sobre o código genético?
- b) Será o código genético um bem universal não sujeitável a patentes?
- c) De que maneira este fato poderá afetar a comunidade científica e a sociedade em geral?

Caso 5: Retirada do símbolo que indica presença de transgênicos (19/11/2019)



Fonte: <https://www.revide.com.br/blog/karla-cristina-stropa-goulart/organismos-geneticamente-modificados/>

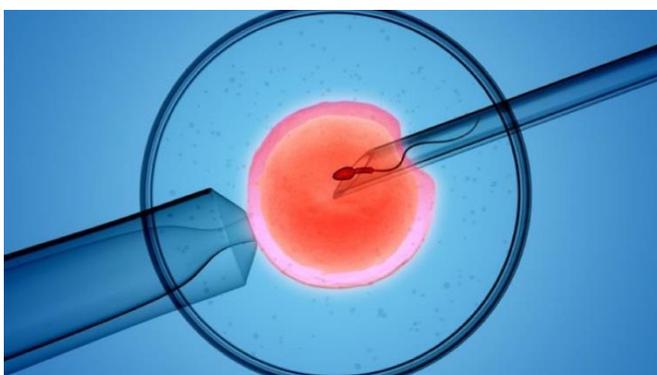
O triângulo amarelo com a letra “T” de transgênico pode desaparecer das embalagens dos alimentos. O Projeto de Lei (PL) muda a forma como a informação da presença de Organismos Modificados Geneticamente (OGM) virá no rótulo dos alimentos. Segundo a legislação atual, a partir de 1% de transgênicos na composição do alimento, a indústria precisa colocar três indicações: o símbolo com o “T” de transgênico, uma expressão avisando que o produto tem substâncias geneticamente modificadas e outra indicando qual é a espécie doadora do gene. Caso seja aprovada, a nova legislação exigirá apenas a expressão avisando do conteúdo com OGM. O índice de 1% na composição continua valendo. Assim, a proposta desobriga empresas a denunciarem a presença de transgênicos em seus produtos alimentícios.

Fonte: <https://congressoemfoco.uol.com.br/meio-ambiente/flexibilizacao-de-rotulagem-transgenicos-e-rejeitada-em-comissao/>

Questões norteadoras:

- a) Vocês concordam com o Projeto de Lei? Por quê?
- b) Quais as consequências desta proposta, para a população?
- c) Quem irá lucrar com este Projeto de Lei?
- d) Comeriam alimentos transgênicos?

Caso 6: Número de embriões congelados no Brasil mais do que dobrou em cinco anos (04/08/2019)



Fonte: <https://i1.wp.com/www.materprime.com.br/wp-content/uploads/2018/12/quando-a-fertilizacao-in-vitro-e-indicada.jpg?fit=700%2C583&ssl=1&resize=1280%2C720>

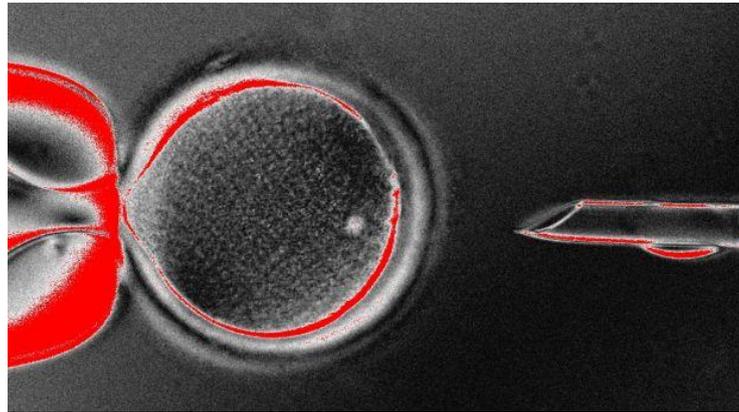
A quantidade de embriões congelados no Brasil mais do que dobrou entre 2013 e 2018, segundo estimativa do Sistema Nacional de Produção de Embriões. Eles são preservados por diversos motivos. Não há tempo limite para os embriões permanecerem congelados, e os pais também optam sobre o que fazer com eles caso não sejam utilizados. “É uma situação nova para todos, médicos e juristas. Tudo que é novo traz dúvidas. O aumento do número de pessoas utilizando os métodos faz com que aumente o número de impasses” afirma o advogado Ricardo Calderón, membro do Instituto Brasileiro de Direito da Família. As regras são definidas por resolução do Conselho Federal de Medicina, já que até hoje não existe uma lei específica sobre reprodução assistida no Brasil.

Fonte: <https://oglobo.globo.com/sociedade/numero-de-embrioes-congelados-no-brasil-mais-do-que-dobrou-em-cinco-anos-23853239>

Questões norteadoras:

- a) Qual o destino que deve ser dado aos embriões não implantados?
- b) O que fazer com os embriões que, durante a análise para implantação, apresentaram alguma doença genética?

Caso 7: técnica com macacos deixa ciência mais próxima da clonagem humana (25/01/2018)



Fonte: <https://abrilveja.files.wordpress.com/2016/05/ovulo-nao-fertilizado-fusao-20130515-original1.jpeg?quality=70&strip=info&resize=680,453>

Cientistas chineses usaram técnica que deu origem à ovelha Dolly para criar macacos. Eles removeram o núcleo de uma célula-ovo e o substituiu pelo de células de outro animal, que leva um outro DNA. Então, o óvulo se desenvolveu para dar origem a um ser geneticamente igual ao doador. Os “pais” de Zhong Zhong e Hua Hua, dois macacos-de-cauda-longa, são pesquisadores do Instituto de Neurociências da Academia Chinesa de Neurociências, em Xangai. Segundo eles o resultado abre portas para fazer cópias de seres humanos, mas o objetivo é impulsionar pesquisas na área médica, como testes de medicamentos e estudo de doenças.

Fonte: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2018/01/25/interna_ciencia_saude,655659/tecnica-com-macacos-deixa-ciencia-mais-proxima-da-clonagem-humana.shtml

Questões norteadoras

- a) Será possível a clonagem de seres humanos? Com que finalidade?

b) Quais as vantagens e as desvantagens da clonagem de seres humanos?
Será eticamente aceitável?

c) Poderá a clonagem humana vir a ser utilizada para a produção de órgãos ou partes do corpo para transplantes?

d) Deverá a clonagem humana ser utilizada na substituição de uma criança morta?