



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS – CAMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA**

YASMIN LIMA DE JESUS

**SENSIBILIDADE E JULGAMENTO MORAL NA ABORDAGEM DE QUESTÕES
SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PROMESSAS E DILEMAS
NA ERA DA ENGENHARIA GENÉTICA**

**Bauru, SP
2025**

YASMIN LIMA DE JESUS

**SENSIBILIDADE E JULGAMENTO MORAL NA ABORDAGEM DE QUESTÕES
SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PROMESSAS E DILEMAS
NA ERA DA ENGENHARIA GENÉTICA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência (PPGE/C), da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru, como um dos requisitos básicos para a obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência.

Área de Concentração: Ensino de Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Lizete Maria Orquiza de Carvalho.

**Bauru, SP
2025**

J58s

Jesus, Yasmin Lima de

Sensibilidade e julgamento moral na abordagem de questões sociocientíficas na educação em ciências : promessas e dilemas na era da engenharia genética / Yasmin Lima de Jesus. -- Bauru, 2025
388 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências, Bauru

Orientadora: Lizete Maria Orquiza de Carvalho

1. Controvérsias Sociocientíficas. 2. Formação de Professores de Ciências e Biologia. 3. Ética. 4. Melhoramento Genético Humano e Eugenia. 5. Formação Cidadã e Ação Sociopolítica. I. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE YASMIN LIMA DE JESUS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 18 dias do mês de março do ano de 2025, às 14h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de YASMIN LIMA DE JESUS, intitulada **Sensibilidade e julgamento moral na abordagem de questões sociocientíficas na educação em ciências: promessas e dilemas na era da engenharia genética**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Assoc. LIZETE MARIA ORQUIZA CARVALHO (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Física e Química / FEIS/Unesp, Prof. Dr. DÁLIA MELISSA CONRADO (Participação Virtual) do(a) FACET - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia. PPGECCMat - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática / Universidade Federal da Grande Dourados UFGD, MS, Profa. Dra. LIA MIDORI MEYER NASCIMENTO (Participação Virtual) do(a) Biociências / Universidade Federal do Sergipe, Profa. Dra. ADRIANA BORTOLETTO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Física e Química / Unesp - Campus de Ilha Solteira, Prof. Dr. JORGE SOBRAL DA SILVA MAIA (Participação Virtual) do(a) Centro de Ciências Sociais Aplicadas / Univeridade Estadual do Norte do Paraná. Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Documento assinado digitalmente
LIZETE MARIA ORQUIZA DE CARVALHO
Data: 19/03/2025 10:49:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Assoc. LIZETE MARIA ORQUIZA CARVALHO

YASMIN LIMA DE JESUS

**SENSIBILIDADE E JULGAMENTO MORAL NA ABORDAGEM DE QUESTÕES
SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PROMESSAS E DILEMAS
NA ERA DA ENGENHARIA GENÉTICA**

BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientadora: Profa. Dra. Lizete Maria Orquiza de Carvalho
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” (UNESP – *Campus* Bauru, SP)

Profa. Dra. Dália Melissa Conrado
Universidade Federal da Grande Dourados
(UFGD – *Campus* Dourados, MS)

Profa. Dra. Lia Midori Meyer Nascimento
Universidade Federal de Sergipe
(UFS – *Campus* Itabaiana, SE)

Prof. Dr. Jorge Sobral da Silva Maia
Universidade Federal Estadual do Norte do Paraná
(UENP – *Campus* Jacarezinho, PR)

Profa. Dra. Adriana Bortoletto
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” (UNESP – *Campus* Ilha Solteira, SP)

**Bauru
2025**

*“Maria, Maria é um dom, uma certa magia
Uma força que nos alerta
Uma mulher que merece viver e amar
Como outra qualquer do planeta*

*Maria, Maria, é o som, é a cor, é o suor
É a dose mais forte e lenta
De uma gente que ri quando deve chorar
E não vive, apenas aguenta*

*Mas é preciso ter força, é preciso ter raça
É preciso ter gana sempre
Quem traz no corpo a marca, Maria, Maria
Mistura a dor e a alegria*

*Mas é preciso ter manha, é preciso ter graça
É preciso ter sonho sempre
**Quem traz na pele essa marca possui
A estranha mania de ter fé na vida”**
(Fernando Brant e Milton Nascimento)*

Dedico a todas as mulheres que vieram antes de mim e lutaram para que hoje possamos, em diversos espaços, (re)existir. Em especial, **às Marias da minha vida**: minha avó (Maria) e minha mãe (Marta Maria), por todas as renúncias em favor dos meus sonhos e por serem símbolos e exemplos virtuosos de amor, força, resistência, coragem, perseverança, generosidade e empatia, que me inspiram e me permitiram chegar até aqui.

Dedico **à pequena Luna**, minha sobrinha amada, fonte do amor e do afeto mais puros que já conheci. Você representa esperança. Espero que um mundo melhor aconteça enquanto você cresce. É por você, e por aqueles(as) que continuam acreditando e se comprometendo com a transformação social, que continuo esperando todos os dias por um mundo mais justo, essencialmente bom e empático.

Sou porque elas foram e continuam sendo... (re)existência!

Mulher infinita: uma força ancestral

Ser indomável, incontrolável
uma força da natureza
mais forte que uma intensa correnteza
Impossível definir quem ou que seja

Mulher várias, mulher em todas as suas
formas, cores e essências
Tudo é válido
dentro das suas exigências

Mulher preta, mulher branca,
mulher trans, mulher indígena...
mulher infinita
não importa como as defina
todas elas são um universo
que sequer a sociedade imagina

Um limite inalcançável
um poder inestimado
uma força incontrolável
sua essência é inesgotável
não tentem limitá-las em um quadro
elas são muito mais que um lindo retrato

Sua voz tem alcance milenar
sobreviventes guerreiras de uma herança de
sabedoria
das “bruxas” que viveram em tempos
onde não era permitido sonhar

Subestimaram-nas quando acreditaram que
suas mentes
poderiam também controlar
Hoje renascem das cinzas
como bisnetas, netas e filhas
que lideram, vivem e se exercem
em lugares, posições e espaços
onde antes não eram admitidas
uma força ancestral
suas almas são infinitas

Em suas veias corre o sangue de almas
guerreiras
que morreram lutando para que todas as
outras fossem aceitas
Seu legado tem crescido e se espalhado por
todas as fronteiras
Hoje são elas que ditam as regras de suas
vidas
não pensem que a elas intimida

Hoje, estão cada vez mais unidas
impossível inflamar suas feridas
São diversas, são infinitas
Tudo isso porque elas são muito mais do que a
sociedade idealiza
Não pensem que elas já nascem meninas,
e muito menos rebeldes ou destemidas
não tentem entender
apenas respeitem suas escolhas de vida

Então, dançando na floresta em volta da
fogueira
o luar nos ilumina e nos ajuda a gritar
Nosso grito se transforma em canto
e tem força, ‘encanto’ e alcance milenar
repetimos em voz alta sob a luz do luar
a Mãe Natureza nos recebe e nos convida a
dançar
e então nossos cantos e vozes se espalham por
onde uma de nós passar

Nossos gritos ecoam por toda a floresta
O vento os espalha por todas as brechas
Não nascemos “menina”, não nascemos
“mulher”

Nos tornamos meninas, nos tornamos
mulheres
Temos almas infinitas
para vivermos como a gente quiser.

Vamos juntas construir um mundo
mais digno e justo
no qual seja possível
nossas vidas exaltar
onde nossas dores não nos impeçam de sonhar
nem nossos medos nos impeçam de caminhar
nossos corpos não sejam maltratados
e nossos direitos não sejam violados
onde qualquer espaço
possamos alcançar
Um mundo no qual seja possível
mulheres infinitas
(re)existir, sentir e sonhar.

(Poema autoral de Yasmin Lima de Jesus)

AGRADECIMENTOS

*“[...] São só dois lados da mesma viagem
O trem que chega é o mesmo trem da partida
A hora do encontro é também despedida
A plataforma dessa estação
É a vida desse meu lugar
É a vida desse meu lugar
É a vida
Todos os dias é um vai e vem
A vida se repete na estação [...]”*

(“Encontros e Despedidas”, Milton Nascimento e Fernando Brant)

Agradeço, com muito carinho, a todas as pessoas que gentilmente me apoiaram ao longo deste meu processo de doutoramento e cujo afeto foi imprescindível para a minha caminhada. Sou grata ao universo por todos os encontros e reencontros gentis que, de algum modo, nos apresentam outros modos de ver, sentir e nos relacionar no e com o mundo. Como expressa a canção “Encontros e Despedidas”, escrita por Milton Nascimento e Fernando Brant, a vida é feita de uma sequência de encontros e despedidas. Neste momento, agradeço por cada um dos encontros vividos durante esse processo e me despeço, com carinho e gratidão, desses momentos tão valiosos que constituíram este ciclo da minha formação.

Ao meu querido orientador, o professor Washington Luiz Pacheco de Carvalho, a minha profunda admiração e gratidão. Agradeço imensamente por todo o diálogo generoso, o olhar atento, e pelos conhecimentos compartilhados ao longo desses últimos quatro anos, que permitiram o desenvolvimento desta pesquisa e contribuíram significativamente com a minha formação; pela confiança em mim e no meu trabalho; pela forma generosa e compreensiva com que sempre conduziu a orientação; pela autonomia que me permitiu um pensar livre; pelo incentivo constante, que foi tão importante para que eu conseguisse realizar a pesquisa durante esses últimos anos, tão difíceis em minha vida; e pelo vínculo de respeito e parceria construído nessa jornada. Muito obrigada!

À minha querida orientadora, a professora Lizete Maria Orquiza de Carvalho, por quem eu tenho grande admiração, que já é uma grande referência feminina em minha vida. Agradeço imensamente pela contribuição ao longo desses últimos quatro anos na minha formação; pela confiança em mim e no meu trabalho; pelo olhar gentil e generoso durante as minhas apresentações e discussões sobre esta pesquisa no nosso grupo; pelas oportunidades fornecidas; por aceitar dar continuidade conjuntamente na orientação nesses últimos dois anos; por todo o incentivo; e pelo lindo e respeitoso vínculo construído. Muito obrigada!

Ao meu companheiro de vida, Fábio, por sempre impulsionar e comemorar os meus voos; pela linda vida que estamos construindo juntos; pelo afeto generoso e pelo apoio incondicional durante todos esses anos, essencial para a concretização deste trabalho. Que sorte a minha encontrá-lo neste vasto universo!

À minha sobrinha querida, minha filha do coração, Luna, pela oportunidade de conhecer a forma de amor mais pura e doce que há; por iluminar os dias mais difíceis com a sua alegria e

tanto carinho; por me dar forças para continuar acreditando que um mundo melhor é possível. Obrigada por tornar os meus dias mais iluminados e por dar sentido a tudo isso, meu amor!

À minha amada avó, Maria, pelo seu imenso amor e pelo apoio incondicional; por ser o exemplo de ser mais virtuoso que conheço; pelo cuidado, pelo carinho e pelos ensinamentos durante toda a minha vida; por me encorajar a enfrentar a vida com a cabeça erguida, especialmente durante os momentos mais difíceis. Que sorte a minha tê-la ao meu lado! Obrigada por fazer tudo isso ter sentido!

À minha amada mãe, Marta Maria, pelo seu imenso amor e pelo apoio incondicional; pelos ensinamentos mais virtuosos; por ser minha grande amiga; por todos os esforços na minha criação; por todos os sacrifícios para nos criar; por todas as abdições em favor dos meus sonhos. Obrigada por tudo isso estar se concretizando!

Ao meu amado pai, José Paulino, por todo o amor e pelo incentivo durante toda a minha vida; por vibrar e comemorar junto comigo todas as minhas conquistas; por todos os esforços na minha criação. Obrigada por tudo!

À minha irmã querida, Karla, por ser um exemplo de coragem e generosidade, pelo seu imenso amor, pelo apoio em todos os momentos da minha vida e pela nossa irmandade e cumplicidade. Obrigada pelo afeto que me acolhe!

Aos meus queridos irmãos, Carlos Henrique, Kléverson e Mateus (tio), por serem tão especiais; por me apoiarem e por fazerem parte da minha vida. Obrigada por estarem sempre aqui!

Ao meu querido tio, Gilvan, pelo amor e pelo apoio incondicional; por toda a contribuição na minha criação e formação; por ter me apresentado os livros quando eu ainda era muito pequena; e por sempre acreditar em mim.

Aos meus queridos sogros, Maria e Hamilton, à minha cunhada, Samara, e ao meu cunhado, Leo, pelo carinho e apoio constantes; pelo incentivo generoso e por fazerem parte da minha vida.

Aos amigos queridos, May, Maria Camila, Rony, Wilma, Magno, Neidinha, Thomas e Janisson, pelo carinho, pela cumplicidade e pelo incentivo precioso; por fazerem parte da minha vida.

A essas pessoas tão queridas em minha vida, por compreenderem os momentos de ausência; pelo apoio incondicional e pelo carinho precioso, que tanto me fortaleceram.

Às Bancas de Qualificação e de Defesa, nas pessoas das professoras Dália Conrado, Lia Midori e Adriana Bortoletto, e do professor Jorge Sobral, pelo olhar cuidadoso, crítico e pertinente e pelas valiosas contribuições para o desenvolvimento da pesquisa. Agradeço, de modo especial, à professora Dália, pelo olhar atento e pelas contribuições valiosas à metodologia do meu estudo, que me permitiram amadurecer e avançar na análise dos elementos éticos e morais; e à professora Lia, pela leitura atenta e cuidadosa do texto e pelas sugestões valiosas para o aprimoramento final. Agradeço, gentilmente, às professoras Cinthia Genovese e Shirley Silva e ao professor Ademir Pereira por se disporem a atuar como suplentes. Muito obrigada!

Aos estudantes que gentilmente participaram e se envolveram nas discussões propostas nesta pesquisa.

A Márcio Andrei Guimarães por todo o auxílio durante o recrutamento dos participantes e a realização da constituição de dados desta pesquisa; pela contribuição durante toda a minha formação; por ter me apresentado as questões sociocientíficas quando estava na graduação e por todo o diálogo.

A Edinéia Tavares Lopes por todo o aprendizado na pesquisa, desde o ensino médio, passando pela graduação e pelo mestrado. Agradeço imensamente por ter acreditado em mim, por todas as oportunidades que me proporcionou – asas que me permitiram alçar voos – e pelos diálogos e experiências que contribuíram significativamente para a minha formação enquanto pesquisadora.

A Jussane Teles pelo olhar sensível e comprometido com a educação, que possibilitou a uma jovem estudante do ensino médio de uma escola pública do interior sergipano almejar a entrada na universidade e por todas as oportunidades que foram portas abertas ao longo do meu caminho.

Aos colegas e amigos que conheci durante esses anos do doutorado, em especial Laise, Talita, Aleson, Lucas Conceição, Gildenberg, Vera, Ana, Polly, Jhefferson, Dayane, Kaory, Lucas e Esteves.

A todos e a todas do Grupo de Pesquisa Educação Continuada de Professores e Avaliação Formativa (AV Formativa) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) por todo conhecimento e diálogo compartilhados e pelo apoio durante a realização desta pesquisa.

A todos e a todas do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Formação e Atuação Docente em Ciências Naturais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pela oportunidade de diálogos e formação.

Ao PPGEdC/UNESP e à Faculdade de Ciências da Unesp/Bauru pela oportunidade formativa.

À Universidade Federal de Sergipe e ao Departamento de Biociências por contribuírem para minha formação inicial e continuada e pela oportunidade em colaborar como professora voluntária, experiência a partir da qual venho me constituindo como pesquisadora e aprendendo constantemente enquanto formadora de professores.

Ao Núcleo de Estudos Afro-Brasileiros e Indígenas (NEABI) da UFS por todos os momentos de diálogo, luta e resistência na construção de uma educação comprometida com a justiça social, as relações étnico-raciais e a equidade; estendo este agradecimento às experiências e aos aprendizados de formação afetivo-política vivenciados junto a movimentos sociais, em especial os movimentos indígena e negro brasileiros, que seguem inspirando minha caminhada; estendo também este agradecimento às comunidades tradicionais indígenas e quilombolas com as quais tive contato ao longo da minha vida e que contribuíram significativamente para a minha percepção do meu lugar no mundo e da busca por justiça social, ambiental e epistêmica para a transformação social.

Aos meus queridos alunos e alunas pela oportunidade de aprender sempre.

Aos meus e minhas professores(as) por contribuírem em algum momento da minha formação.
Obrigada por me permitirem chegar até aqui!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, indispensável para a realização e concretização desta pesquisa.

A todos(as) que, de alguma forma, contribuíram para que este momento se concretizasse, expresso meu mais profundo e sincero agradecimento.

“Com o desenvolvimento de novas tecnologias e a possibilidade de analisar o nosso genoma a um custo cada vez mais acessível, novas questões inesperadas tomam corpo a cada dia. Os dilemas e os questionamentos éticos, que eram, no início, restritos a famílias com afetados por doenças genéticas, estão tomando proporções maiores. Menino ou menina: o que você faria se pudesse escolher? Quantos filhos você está determinado a ter ao recorrer à fertilização assistida? É ético selecionar embriões de determinado sexo? Ou para tentar salvar um irmão afetado por uma doença letal, os chamados “irmãos salvadores”? E se no futuro essa tecnologia for usada para escolher embriões com determinadas características, tais como cor de olhos, estatura, habilidade para esportes ou outros motivos fúteis? Não se trata de uma nova eugenia? Quais são os limites? [...]”

(Mayana Zatz em GenÉtica: escolhas que nossos avós não faziam)

“[...] Essas medidas [regulatórias] ao que me parece, oferecem as melhores esperanças para evitar o uso descontrolado da vida humana incipiente e torna o progresso da biomedicina uma benção para a saúde, não mais um episódio da erosão de nossas sensibilidades humanas.”

(Michael Sandel em Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética)

“Não há utopia verdadeira fora da tensão entre a denúncia de um presente tornando-se cada vez mais intolerável e o anúncio de um futuro a ser criado, construído, política, estética e eticamente, por nós, mulheres e homens.”

(Paulo Freire em Pedagogia da Esperança)

JESUS, Yasmin Lima de. **Sensibilidade e julgamento moral na abordagem de questões sociocientíficas na educação em ciências: promessas e dilemas na era da engenharia genética.** 2025. 388 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2025.

RESUMO

Os avanços na área das Ciências Biológicas, particularmente da genômica, têm levantado diversos debates de ordem moral e ética. No cenário mundial atual, questões como engenharia genética, clonagem reprodutiva e terapêutica, pesquisas com células-tronco, xenotransplante, terapia gênica e manipulação genética de seres humanos e de outros organismos vivos têm, ocasionalmente, provocado debates na sociedade, apontando para novos desafios. Tais questões se configuram como questões sociocientíficas, as quais vêm sendo assumidas, na Educação em Ciências, como uma possibilidade para promover uma formação cidadã crítica frente a esses desafios causados pelo encontro dos artefatos do mundo científico-tecnológico com o mundo da vida, considerando seus possíveis impactos e danos. É nesse contexto que o presente estudo se insere, tendo como objetivo geral compreender como futuros professores de Ciências e Biologia percebem e experimentam conflitos, dilemas morais, promessas e soluções advindas do campo científico-tecnológico em discussões envolvendo a questão sociocientífica da manipulação e do melhoramento genético em seres humanos, a partir da discussão de dilemas morais no campo da biotecnologia no contexto da formação inicial de professores de Ciências e Biologia. Para tanto, a Fenomenografia é adotada como perspectiva metodológica do estudo. A pesquisa contou com a participação de 17 licenciandos em Ciências Biológicas de uma instituição pública da região Nordeste do Brasil. A constituição dos dados ocorreu em duas etapas. A primeira etapa consistiu na realização de entrevistas individuais, constituindo os diálogos iniciais sobre o tema. Por sua vez, a segunda etapa configurou-se na realização dos grupos focais para discussão dos dilemas morais relacionados à questão sociocientífica da manipulação com finalidade de melhoramento genético humano como nova forma de eugenia, a partir dos avanços das técnicas de edição genética. Vale destacar que o estudo foi conduzido em conformidade com as normas éticas, considerando que se trata de uma pesquisa envolvendo seres humanos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme parecer emitido sob o registro CAAE 68786723.3.0000.5398, na Plataforma Brasil. O processo analítico ocorreu à luz da Fenomenografia e do referencial teórico sobre moralidade em QSC e Filosofia Moral. Os dados indicam a grande relevância de aspectos da dimensão emocional, bem como de outros aspectos, como experiências de vida no processo de julgamento moral. Além disso, há evidências de contribuições positivas do contato com casos dilemáticos na promoção da sensibilidade moral na formação inicial de professores e no enfrentamento das contradições da tecnociência, por meio de discussões coletivas que se configuram como uma esfera pública de debate sobre essas questões relevantes, possibilitando, assim, um contexto formativo potencialmente crítico, ético e socialmente responsável.

Palavras-chave: Controvérsias Sociocientíficas; Formação de Professores; Edição Genética; Melhoramento Genético Humano; Eugenia; Ensino de Ciências e Biologia; Ética; Formação Cidadã e Ação Sociopolítica.

ABSTRACT

Advancements in the field of Biological Sciences, particularly in genomics, have sparked numerous moral and ethical debates. In the current global scenario, issues such as genetic engineering, reproductive and therapeutic cloning, stem cell research, xenotransplantation, gene therapy, and genetic manipulation of humans and other living organisms have occasionally provoked societal debates, pointing to new challenges. These issues are framed as socio-scientific questions, which have been embraced in Science Education as an opportunity to promote critical citizenship education in response to these challenges posed by the intersection of scientific-technological artifacts and the world of life, considering their potential impacts and harms. It is within this context that the present study is situated, with the general objective of understanding how future science and biology teachers perceive and experience conflicts, moral dilemmas, promises, and solutions arising from the scientific-technological field in discussions involving the socio-scientific issue of genetic enhancement in humans, through the discussion of moral dilemmas in biotechnology within the context of initial teacher training in Science and Biology. To this end, phenomenography is adopted as the methodological perspective of the study. The research involved 17 Biological Sciences undergraduates from a public institution in the Northeast region of Brazil. The data collection occurred in two stages. The first stage consisted of individual interviews, constituting the initial dialogues on the topic. In turn, the second stage involved focus groups for the discussion of moral dilemmas related to the socio-scientific issue of genetic enhancement in humans as a new form of eugenics, following advances in genetic editing techniques. It is worth noting that the study was conducted in compliance with ethical standards, considering it involves research with human subjects. The study was approved by the Research Ethics Committee, as per the opinion issued under registration CAAE 68786723.3.0000.5398, on the Plataforma Brasil. The analytical process was conducted in light of phenomenography and the theoretical framework on morality in socio-scientific questions (SSQs) and moral philosophy. Initial analyses have indicated the significant relevance of emotional dimensions, as well as other aspects, such as life experiences, in the moral judgment process. Furthermore, there is evidence of positive contributions from contact with case studies of dilemmas in promoting moral sensitivity in the initial training of teachers and in addressing the contradictions of technoscience, through collective discussions that constitute a public sphere for debating these relevant issues.

Keywords: Socioscientific Controversies; Teacher Education; Genetic Editing; Human Genetic Enhancement; Eugenics; Science and Biology Teaching; Ethics; Citizenship Education and Sociopolitical Action.

RESUMEN

Los avances en el área de las Ciencias Biológicas, particularmente en la genómica, han generado diversos debates de orden moral y ético. En el escenario actual mundial, cuestiones como la ingeniería genética, la clonación reproductiva y terapéutica, las investigaciones con células madre, xenotransplante, terapia génica y manipulación genética de seres humanos y otros organismos vivos, ocasionalmente, han provocado debates en la sociedad, señalando nuevos desafíos. Tales cuestiones se configuran como cuestiones sociocientíficas, las cuales han sido asumidas, en la Educación en Ciencias, como una posibilidad para promover una formación ciudadana crítica frente a estos desafíos causados por el encuentro de los artefactos del mundo científico-tecnológico con el mundo de la vida, considerando sus posibles impactos y daños. Es en este contexto que se inserta este estudio, cuyo objetivo general es comprender cómo los futuros profesores de ciencias y biología perciben y experimentan los conflictos, dilemas morales, promesas y soluciones provenientes del campo científico-tecnológico en discusiones sobre la cuestión sociocientífica de la mejora genética en seres humanos, a partir de la discusión de dilemas morales en el campo de la biotecnología en el contexto de la formación inicial de profesores de Ciencias y Biología. Para ello, se adopta la fenomenografía como perspectiva metodológica del estudio. La investigación contó con la participación de 17 estudiantes de licenciatura en Ciencias Biológicas de una institución pública de la región Nordeste de Brasil. La constitución de los datos se realizó en dos etapas. La primera etapa consistió en la realización de entrevistas individuales, constituyéndose en los diálogos iniciales sobre el tema. Por su parte, la segunda etapa se configuró en la realización de grupos focales para la discusión de los dilemas morales relacionados con la cuestión sociocientífica de la manipulación con el fin de mejorar la genética humana como una nueva forma de eugenesia a partir de los avances en las técnicas de edición genética. Cabe destacar que el estudio se realizó en conformidad con las normas éticas, dado que se trata de una investigación que involucra seres humanos. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación, conforme al parecer emitido bajo el registro CAAE 68786723.3.0000.5398, en la Plataforma Brasil. El proceso analítico se llevó a cabo a la luz de la fenomenografía y del marco teórico sobre moralidad en QSC y filosofía moral. Los análisis iniciales han indicado la gran relevancia de aspectos de la dimensión emocional, así como otros aspectos, como las experiencias de vida en el proceso de juicio moral. Además, hay evidencias de contribuciones positivas del contacto con estudios de casos dilemáticos en la promoción de la sensibilidad moral en la formación inicial de profesores y en el enfrentamiento de las contradicciones de la tecnociencia, a través de discusiones colectivas que se configuran como una esfera pública de debate sobre estas cuestiones relevantes.

Palabras clave: Controversias Sociocientíficas; Formación de Profesores; Edición Genética; Mejora Genética Humana. Eugenesia; Enseñanza de Ciencias y Biología; Ética; Formación Ciudadana y Acción Sociopolítica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Organização dos capítulos da tese	41
Figura 2 - Etapas do levantamento e seleção das pesquisas sobre o tema	88
Figura 3 - Proporção de artigos teóricos e empíricos em estudos sobre moralidade	95
Figura 4 - Esquema representativo do desenho geral da pesquisa	159
Figura 5 - Esquema representativo da constituição e análise dos dados da pesquisa.....	169
Figura 6 - Etapas do processo de análise dos dados constituídos nas entrevistas	184
Figura 7 - Síntese dos elementos dos dois domínios da dimensão dos valores para análise dos dados constituídos nas entrevistas	189
Figura 8 - Estrutura geral de análise dos elementos que compõem os domínios moral e não moral da dimensão ética e valorativa	241
Figura 9 - Estrutura para identificação de indícios de sensibilidade, cegueira e ceticismo moral	246
Figura 10 - Síntese das diferentes perspectivas dos licenciandos em relação ao melhoramento genético em seres humanos	290
Figura 11 - Identificação das promessas e dos dilemas da QSC	297
Figura 12 - Desvelamento das camadas “ocultas” da QSC e a influência dos domínios da dimensão ética e dos valores	302

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Síntese e caracterização das principais teorias éticas normativas.....	66
Quadro 2 - Periódicos nacionais e internacionais consultados	86
Quadro 3 - Critérios de inclusão e exclusão.....	89
Quadro 4 - Artigos selecionados e analisados.....	92
Quadro 5 - Referenciais teóricos sobre moralidade citados nos artigos empíricos.....	100
Quadro 6 - Categorização das pesquisas sobre o tema por foco temático	102
Quadro 7 - Caracterização de aspectos que distinguem a Fenomenografia da Fenomenologia	161
Quadro 8 - Perfil dos sujeitos participantes da pesquisa.....	165
Quadro 9 - Distribuição dos licenciandos por Grupo Focal.....	167
Quadro 10 - Organização dos casos e apresentação dos dilemas e problemáticas	174
Quadro 11 - Estudo de caso sobre Doping genético	175
Quadro 12 - Estudo de caso sobre seleção de embrião para ter uma característica específica	176
Quadro 13 - Estudo de caso sobre a produção de bebês projetados a partir de características predeterminadas.....	177
Quadro 14 - Estudo de caso sobre a geração de bebês que possam ser doadores para irmãos acometidos com alguma patologia	179
Quadro 15 - Sistematização das categorias a partir de aspectos e elementos morais para análise dos fragmentos discursivos das entrevistas (uma matriz para análise de elementos éticos e morais).....	187
Quadro 16 - Exemplos de fragmentos discursivos sobre sensibilidade moral	246
Quadro 17 - Principais perspectivas e defesas e/ou preocupações identificadas nas falas dos licenciandos	251
Quadro 18 - Exemplos de fragmentos discursivos das três perspectivas éticas normativas	253
Quadro 19 - Exemplos de fragmentos discursivos das categorias do domínio não moral....	280
Quadro 20 - Categorias descritivas à luz da Fenomenografia.....	295
 Tabela 1 - Distribuição das produções acadêmicas nacionais e internacionais sobre QSC localizadas na primeira fase de buscas (nos periódicos) conforme ano de publicação	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACD	Análise Crítica do Discurso
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CD	Categorias Descritivas
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CTS	Ciências, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica
DGPI	Diagnóstico Genético Pré-Implantacional
DNA	Ácido desoxirribonucleico
ERIC	<i>Educational Resources Information Center</i>
FD	Fragmentos Discursivos
FIV	Fertilização <i>in vitro</i>
FP	Formação de professores
GGP	Grande Grupo de Pesquisa
NdC	Natureza da Ciência
ONU	Organização das Nações Unidas
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PGH	Projeto Genoma Humano
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
QSC	Questão(ões) Sociocientífica(s)
RA	Reprodução Assistida
RI	Revisão Integrativa
RP	Residência Pedagógica
RNA	Ácido ribonucleico
Unesco	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO: TESSITURAS AUTOBIOGRÁFICAS E A APROXIMAÇÃO DA PESQUISADORA COM O TEMA DE PESQUISA	21
INTRODUÇÃO	30
CAPÍTULO 1 - QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS E DESENVOLVIMENTO MORAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO CRÍTICA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS	43
1.1 A NATUREZA DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS	43
1.2 QSC E DESENVOLVIMENTO MORAL: NO PROCESSO DE FORMAÇÃO PARA A TOMADA DE DECISÃO.....	49
1.2.1 <i>Moralidade e julgamento moral: tessituras conceituais e reflexões no campo da filosofia moral</i>	<i>55</i>
1.2.2 <i>Cegueira moral na sociedade capitalista: QSC como potencializadora do desenvolvimento de sensibilidade moral.....</i>	<i>68</i>
1.3 QSC E FORMAÇÃO CRÍTICA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A TRANSFORMAÇÃO SOCIAL: ROMPIMENTOS COM A RACIONALIDADE INSTRUMENTAL	71
CAPÍTULO 2 - DIMENSÕES ÉTICA E MORAL NAS PESQUISAS SOBRE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS: ALGUNS DESVELAMENTOS	79
2.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE A MORAL NOS ESTUDOS SOBRE QSC NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	79
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A LOCALIZAÇÃO, SELEÇÃO E ANÁLISE DAS PRODUÇÕES ACADÊMICAS SOBRE O TEMA	85
2.3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	90
2.3.1 <i>Caracterização das produções sobre o tema</i>	<i>94</i>
2.3.2 <i>O que essas produções enunciam que permite inferir sobre o lugar ocupado pela moral nas pesquisas sobre QSC?.....</i>	<i>102</i>
2.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM QSC COM FOCO NAS DIMENSÕES ÉTICA E MORAL	112
CAPÍTULO 3 - QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA ERA DA ENGENHARIA GENÉTICA COMO POSSIBILIDADES PARA UMA EDUCAÇÃO CRÍTICA E HUMANIZADORA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.....	115
3.1 ÉTICA E GENÉTICA: TECENDO ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O ATRAVESSAMENTO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA PELOS INTERESSES DO CAPITAL.....	115
3.2 AS PROMESSAS DO PROJETO GENOMA HUMANO E OS DESDOBRAMENTOS CIENTÍFICOS QUE POSSIBILITARAM ALCANÇAR A EDIÇÃO GENÔMICA: PROMESSAS E DILEMAS	121

3.3 DETERMINISMO GENÉTICO E UMA NOVA EUGENIA	134
3.3.1 <i>A retórica determinista e as promessas do Projeto Genoma Humano: manipulação genética em seres humanos e um novo modo operante de eugenia</i>	135
3.3.2 <i>Aspectos legais da manipulação genética em seres humanos no Brasil</i>	140
3.4 MANIPULAÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO HUMANO COMO QSC: POTENCIALIDADES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE BIOLOGIA.....	143
3.5 UM OLHAR PARA O QUE ANUNCIAM E SILENCIAM OS DOCUMENTOS CURRICULARES	145
CAPÍTULO 4 - ASPECTOS METODOLÓGICOS DO ESTUDO	157
4.1 QUESTÕES DE PESQUISA	157
4.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA	158
4.2.1 <i>Fenomenografia: uma abordagem possível para a pesquisa em Educação em Ciências</i>	160
4.3 CONTEXTO E SUJEITOS PARTICIPANTES DA PESQUISA	163
4.3.1 <i>Seleção dos participantes</i>	163
4.3.2 <i>Caracterização dos sujeitos participantes do estudo</i>	165
4.4 A CONSTITUIÇÃO DOS DADOS	168
4.4.1 <i>Etapa 1 (Entrevistas): diálogos iniciais com os sujeitos participantes da pesquisa</i>	170
4.4.2 <i>Etapa 2 (Discussões coletivas): debates sobre casos contendo dilemas morais durante os encontros dos grupos focais</i>	172
4.5 ANÁLISE DOS DADOS: UMA ABORDAGEM PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS ÉTICOS E MORAIS NOS DISCURSOS E ARGUMENTOS	180
4.5.1 <i>Procedimento de análise dos dados: uma matriz para análise de elementos éticos e morais</i>	182
CAPÍTULO 5 - ENTRE TENSÕES, CONTRADIÇÕES, CONFLITOS, CONTROVÉRSIAS E PROMESSAS: MODOS QUALITATIVAMENTE DIVERSOS DE EXPERIENCIAR E PERCEBER UMA QSC	191
5.1 MANIPULAÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO HUMANO NAS VOZES DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: CONSIDERAÇÕES A PARTIR DE ANÁLISES DOS DIÁLOGOS INDIVIDUAIS	191
5.1.1 <i>Temática 1: Sobre a possibilidade de manipulação do material genético de uma pessoa e o interesse de modificar os próprios genes</i>	192
5.1.2 <i>Temática 2: Sobre a possibilidade de manipular geneticamente embriões</i>	210
5.1.3 <i>Temática 3: Exposição de uma situação fictícia envolvendo a edição e o melhoramento genéticos em embriões</i>	218
5.1.4 <i>Temática 4: Sobre os possíveis motivos pelos quais justificariam nosso desejo de melhorar um ser humano (Por que deveríamos melhorar geneticamente um ser humano?)</i>	231

5.2 ESPAÇO DOS RESULTADOS NA FENOMENOLOGIA: UMA ANÁLISE DOS ASPECTOS DA MORALIDADE DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA DISCUTIDA NOS DIÁLOGOS INDIVIDUAIS	240
5.2.1 Aspectos e elementos morais identificados nos discursos dos licenciandos.....	241
5.2.2 Categorias descritivas à luz da Fenomenografia: os modos qualitativamente diversos de perceber a manipulação com finalidades de melhoramento genético em seres humanos	289
CAPÍTULO 6 - VIVACIDADE E TENACIDADE DE CASOS DILEMÁTICOS SOBRE ENGENHARIA GENÉTICA EM SERES HUMANOS: CONFLUÊNCIAS E TENSÕES NAS VOZES DE LICENCIANDOS	300
6.1 REVELANDO CAMADAS OCULTAS DA QSC: MUITO ALÉM DAS PROMESSAS, OS DILEMAS	300
6.1.1 O caso Miguel: Doping genético no atletismo.....	302
6.1.2 O caso do casal de surdas que desejava ter um bebê igual a elas: o bebê selecionado para nascer com surdez.....	309
6.2 CONTRIBUIÇÕES DA VIVÊNCIA E EXPLORAÇÃO DE UMA QSC RELACIONADA AOS AVANÇOS DA BIOTECNOLOGIA A PARTIR DE DISCUSSÕES POR MEIO DA EXPLORAÇÃO DE CASOS CONTENDO DILEMAS MORAIS	320
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	333
REFERÊNCIAS	342
APÊNDICE A - Relação de artigos sobre questões sociocientíficas localizados na fase de buscas nos periódicos nacionais e internacionais	364
APÊNDICE B - Formulário de interesse, consentimento e caracterização do perfil inicial dos participantes da pesquisa.....	378
APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE	380
APÊNDICE D - Roteiro de entrevista semiestruturada à luz da Fenomenografia.....	383
ANEXO A - Parecer substanciado da comissão nacional de ética em pesquisa (CONEP)	385

APRESENTAÇÃO: TESSITURAS AUTOBIOGRÁFICAS E A APROXIMAÇÃO DA PESQUISADORA COM O TEMA DE PESQUISA

“Me movo como educador[a], porque, primeiro, me movo como gente.” (Paulo Freire)

*“Amar e mudar as coisas me interessa mais.”
(Belchior)*

A frase acima, extraída da canção “Alucinação”, do cantor e compositor brasileiro e nordestino Belchior, representa, para mim¹, uma expressão poética que vai além da crítica social, refletindo também o anseio por sua transformação. Lançada em 1976, durante um período de repressão, violência e censura no país, a canção era expressão reflexiva da realidade e dos desejos de liberdade e de um mundo melhor na época. Além disso, o refrão – “Amar e mudar as coisas me interessa mais” – ecoa como um manifesto pessoal e coletivo, um convite necessário e urgente para a ação e a transformação sociais, que só podem ser alcançadas através do amor. Essa frase representa meus mais profundos anseios e o compromisso que assumo enquanto educadora e ser humano. Paulo Freire, educador brasileiro, também nordestino, já defendia que não é possível falar em educação sem amor e que a educação se constitui em um ato de amor, o que, por sua vez, representa um ato político, de coragem – coragem essa para acreditar e, em seus termos, “esperançar” na humanidade e lutar pela transformação social. Esses anseios e a consideração pela transformação social, atrelados à capacidade de amar (a vida, as pessoas, a natureza...) e de cultivar valores essenciais para um bom agir no mundo, se configuram como um compromisso social legítimo, uma possibilidade de nos humanizarmos em seu sentido mais profundo.

Nasci no início da década de 1990 em uma cidade do interior do menor estado brasileiro, Sergipe, o mais esquecido da região Nordeste. Nascer em uma família cujas condições sociais e econômicas representavam os processos de opressão e injustiça social mais concretos poderia significar uma delimitação e restrição dos espaços que eu poderia alcançar e das vozes e vidas que eu poderia representar. Contudo, um livro – sim, um pequeno livro, aparentemente inofensivo a princípio – mudou os rumos da minha vida. Antes de avançarmos no diálogo,

¹ A opção por usar neste tópico a primeira pessoa do singular e do plural se deu por se tratar de experiências pessoais. Além disso, cabe assinalar que essa escolha baseia-se em Charlot (2005), que afirma que o eu epistêmico é uma condição da situação didática que promove um conforto com objetos do sujeito do saber.

preciso destacar alguns aspectos relevantes do seio familiar e do contexto social em que nasci e cresci.

Meus pais, infelizmente, não tiveram a oportunidade de ter acesso à educação e poder ascender socialmente a partir dela e se libertar da condição de oprimidos. Meu pai estudou até a antiga 5ª série e começou a trabalhar quando ainda tinha 7 anos para ajudar a família, enquanto único filho “homem”. Inicialmente com “carroça de mão”, comum no interior do Nordeste, carregando compras ou mercadorias de outras pessoas em feiras e mercados e entregando o “sabão de soda”² que seus pais faziam. Ainda jovem, conseguiu um emprego em uma madeireira, também loja de material de construção, trabalho no qual se encontra até agora, se tornando o provedor da família. Minha mãe não conseguiu ser alfabetizada, aprendendo apenas a assinar seu nome com certa dificuldade. Tentei ao longo da minha vida, em diversas épocas diferentes, alfabetizá-la, mas não tive sucesso. Infelizmente, ela acredita profundamente, assumindo como uma “verdade” imutável, que não tem a capacidade de aprender, ideias consolidadas ao longo da sua vida e que marcam o processo traumático de “ensino” da sua época, durante a infância. Atrelado a isso, ela tem dificuldades de aprendizagem, as quais só descobri quando estava na graduação em licenciatura em Ciências Biológicas e assisti a uma palestra sobre o assunto, percebendo que se tratava de dislexia³. Contudo, na época não foi diagnosticada, sendo estigmatizada e rotulada como uma pessoa que não conseguia aprender, para não usar os termos da época. Além disso, a situação foi agravada com o uso recorrente de recursos como a palmatória⁴.

Os pais dos meus pais também não tiveram um cenário que favorecesse a oportunidade de estudar. A minha avó materna, que fez parte da minha criação e sempre apoiou os meus estudos, tentando garantir que eu e meus irmãos tivéssemos uma vida melhor e mais digna, nasceu e viveu sua infância em um período conturbado – a ditadura militar – e não pôde estudar, não sendo alfabetizada, pois precisava trabalhar na roça junto aos pais para conseguir sobreviver e se alimentar. Além disso, desde muito nova, enquanto filha primogênita, teve que assumir a responsabilidade em ajudar a cuidar dos irmãos. Em seus relatos, me contou que sempre quis

² Um tipo de sabão tradicionalmente utilizado no Nordeste do Brasil, especialmente em áreas rurais, feito a partir de gordura animal (geralmente banha de porco) e outros ingredientes, como soda cáustica e água.

³ A dislexia é um transtorno de aprendizagem que compromete a leitura, a escrita e, em alguns casos, a soletração. O transtorno está associado a dificuldades no processamento da linguagem escrita, afetando a precisão e fluência na leitura e compreensão de textos.

⁴ Foi amplamente utilizada como um instrumento “disciplinar” nas escolas, especialmente entre os séculos XIX e início do século XX. Consistia em uma tábua de madeira empregada para aplicar castigos físicos nos alunos, visando corrigir comportamentos considerados indisciplinados.

estudar e admirava as pessoas que sabiam ler e escrever. Mas, sem o acesso à escolarização, não pôde realizar seus sonhos. De trabalhar na roça a lavar roupa no rio e cuidar dos irmãos, ela teve uma vida muito sofrida, marcada por miséria e fome. Minha avó tornou-se mãe muito cedo, em uma época em que o “destino” da mulher era se casar, servir bem ao marido e criar os filhos. Ela teve treze filhos, mas quase todos morriam espontaneamente ainda no ventre, com exceção de dois que chegaram a nascer, mas não resistiram após dois meses de nascidos, e os dois que sobreviveram – o primeiro, meu tio, e a mais nova, minha mãe. Devido à sua abundante produção de leite, ela se tornou “mãe de leite” de diversos recém-nascidos cujas mães não conseguiam amamentá-los. Posteriormente, quando eu tinha cerca de 6 ou 7 anos, minha avó adotou meu segundo tio, que fora abandonado na porta de sua casa ainda recém-nascido, e a quem ela ama incondicionalmente.

O meu tio, primogênito, diferente da minha mãe, conseguiu estudar e concluir o antigo “segundo grau”. Contudo, minha mãe, como mencionado, não conseguiu dar continuidade aos estudos, apesar do grande esforço e da preocupação da minha avó, que desejava que ela tivesse a oportunidade de estudar e de fazer escolhas sobre a própria vida. Desse modo, o ciclo se repetia: as mulheres da nossa família não tinham oportunidades de estudar e precisavam assumir exclusivamente os papéis de mães, esposas e donas de casa – funções que já exigiam muitas responsabilidades, mas que não lhes permitiam alçar voos diferentes nem se realizar em outros âmbitos da vida.

Com muito esforço e enfrentando diversas dificuldades, apesar das condições sociais limitantes, meus pais conseguiram criar os quatro filhos. Como sou a primogênita, precisei assumir muitas responsabilidades desde muito cedo. No entanto, minha mãe rompeu um ciclo que se repetia há gerações ao me dizer: “Você não vai pegar nas vassouras nas casas dos outros, você vai estudar e vai ser alguém na vida”. Talvez ela não tivesse plena consciência disso, mas, naquele momento, rompeu com o ciclo que mantinha nossa família em uma condição de sujeição, de opressão, e deu o primeiro passo rumo à nossa libertação.

Apesar dos poucos recursos, fomos criados em um ambiente familiar onde não faltavam amor, cuidado, respeito e responsabilidade. No entanto, como é sabido, apenas a dedicação e o esforço não seriam suficientes, pois as oportunidades de acesso à educação ainda são profundamente injustas para as camadas mais populares da sociedade. Assim, algumas oportunidades e auxílios contribuíram decisivamente para que eu pudesse dar continuidade aos meus estudos – seja por meio do contato com algumas pessoas, seja por meio de recursos financeiros (bolsas e auxílios) do governo.

Sei que há muitas discussões acaloradas, incluindo várias críticas, sobre políticas públicas como o Bolsa Família. Contudo, para mim e para os meus irmãos, esse auxílio distribuído pelo governo, na época, garantiu que pudéssemos estudar, e isso mudou a nossa realidade. Considero-o uma política de reparação social, uma vez que, infelizmente, a realidade social pode ser extremamente injusta e difícil para uma parcela significativa da população.

Venho de um lugar em que a educação ainda é um privilégio de poucos. Meus pais assumiram, desde cedo, o compromisso de que, ao contrário da realidade vivida até então por nossos familiares, nós teríamos acesso à educação. Como sempre diziam: “Podem te tirar tudo, até a vida. Mas o estudo, o que você aprende, é o que de mais valioso queremos deixar para vocês, e isso ninguém pode tirar”; “Queremos que vocês estudem para, mais tarde, serem alguém na vida”; “Queremos que vocês sejam pessoas simples, boas e honestas”. Sempre afirmaram a importância da educação, mesmo sem terem tido condições favoráveis para acessá-la. Também sempre destacaram o quanto a vida poderia ter sido menos sofrida se tivessem tido a oportunidade de estudar.

Diante dessa valorização da educação por parte dos nossos pais e da necessidade de garantir uma vida mais digna e menos injusta para mim e para os meus irmãos, minha mãe destinou o uso do Bolsa Família, inicialmente, para a nossa alimentação – como a compra de leite – e, ao longo da infância e da duração do recebimento do recurso, para a nossa escolarização. Apesar de todas as dificuldades financeiras, nossos estudos eram prioridade. O valor do benefício era destinado à compra de materiais escolares e ao pagamento de uma professora de “banca” (reforço escolar). Isso era fundamental, pois, como nossos pais não tiveram escolarização, não conseguiam nos ajudar nas tarefas escolares, especialmente nos primeiros anos.

Com o tempo, fui crescendo e aprendendo a estudar sozinha. Passei a ajudar meus irmãos em seus estudos e, na adolescência, tornei-me professora de reforço para outras crianças da vizinhança. Com esse recurso, embora modesto, consegui comprar meus próprios materiais escolares e começar a contribuir financeiramente com a família.

A dificuldade social e econômica atravessou a minha vida, mas cresci cercada por pessoas humildes, honestas e resilientes, cuja força, perseverança, amor e solidariedade moldaram os valores que carrego comigo. Aprendi, desde cedo, o significado de empatia e solidariedade. Vi, nos atos da minha família, o compromisso com o outro: mesmo quando não havia comida suficiente para nós, eles dividiam o pouco que tinham com pessoas em situação de rua ou que pediam alimento de casa em casa. Ao mesmo tempo, aprendi sobre honestidade

e a jamais desejar ou pegar o que não nos pertence. Meus pais sempre advertiam: “A gente pode ser pobre e não ter nenhum desses luxos, mas somos honestos e unidos. Nunca, jamais, peguem o que não é de vocês ou façam mal a alguém. E, sempre que puderem, ajudem quem está mais necessitado que vocês”.

A canção “Maria, Maria”, escrita por Fernando Brant e Milton Nascimento – e interpretada por este último –, apresentada na dedicatória desta tese, carrega um significado forte e profundo. Representa a dura realidade vivida por mim e pela minha família, bem como a resiliência e a força que encontramos para continuar acreditando na vida. Alguns trechos refletem isso de forma contundente: “[...] de uma gente que ri, quando deve chorar, e não vive, apenas aguenta”; “Quem traz na pele essa marca possui a estranha mania de ter fé na vida”.

Agora que apresentei um recorte breve de aspectos representativos que constituíram a minha história de vida e o contexto social do qual venho e de onde assumo o meu lugar de fala e a minha consciência de classe, retomemos o momento em que eu comento que um livro mudou os rumos da minha vida e me permitiu construir novos caminhos, rumo à libertação da minha condição inicial de “sujeito oprimido” na direção de constituição de um “sujeito de transformação social”.

Meu tio (irmão da minha mãe), como mencionado, o único da família que havia conseguido estudar e concluir o antigo “segundo grau”, me deu o meu primeiro livro quando eu tinha 5 anos e já estava sendo alfabetizada. Aprendi a ler muito cedo, em relação a outras crianças da minha idade na época, e com 6 anos já conseguia ler quase tudo. Lembro que adorava sair lendo as placas dos lugares enquanto caminhava na rua, acompanhada da minha avó ou da minha mãe, e me lembro do orgulho que o rosto e o sorriso delas exprimiam ao me ver ler. Além de assumir responsabilidades com os meus irmãos, por ser a mais “velha”, fui crescendo e me tornando responsável por meus pais e por minha avó também. Ao passo que fui aprendendo a ler, me tornei a pessoa que sempre era, e continuo sendo, consultada para quase tudo que envolvia algum conhecimento escolar, ou uma simples leitura de alguns documentos, receituário e exames médicos, carta, etc. Percebi o quanto a vida poderia ser difícil para quem não conseguia ler e escrever, em um mundo em que tudo é “documento”, apresentado de modo escrito.

Ao longo da minha juventude, ganhei outros livros desse meu tio que, mesmo distante, sempre contribuiu, direta ou indiretamente, com os meus estudos. Foi por meio dele que tive acesso a diversos livros antigos. Durante a infância, ele me doou várias obras, incluindo livros de idiomas (como italiano, espanhol e francês), de história, filosofia e literatura – o que me

permitiu ler romances clássicos desde cedo. Esse contato com os livros alimentou ainda mais o meu gosto por ler e estudar. Cada leitura, com maior ou menor compreensão ao longo do meu desenvolvimento cognitivo, me permitia sonhar e aspirar a novas experiências.

Recordo-me, de modo especial, de um livro que marcou minha adolescência, quando eu já cursava o ensino médio. Na escola pública em que estudava, havia uma biblioteca onde, semanalmente, eu pegava um livro emprestado para ler. Naquela época, a biblioteca parecia muito maior do que aparenta ser hoje – impressão que tive ao visitá-la anos depois, durante o estágio supervisionado da graduação.

Entre os muitos livros de que gostei, *Os Miseráveis*, de Victor Hugo, destacou-se. A narrativa dessa obra me impactou profundamente, talvez pelo contexto social difícil que remetia à história da minha família, ou pela forma detalhada com que o autor conduzia o enredo, permitindo ao leitor sentir o sofrimento dos personagens. Esse livro despertou em mim um misto de sentimentos e uma inquietação diante das injustiças sociais, além da necessidade de buscar uma justiça mais efetiva.

Neste momento, caro leitor, torna-se evidente que os livros podem parecer inofensivos, mas possuem um imenso poder de transformação. Ter acesso a eles nos permite ampliar horizontes, refletir profundamente sobre a realidade e nos equipar com conhecimento para agir socialmente. Desde a infância, o acesso aos livros despertou em mim aspirações diversas – do sonho de ser astronauta ao de ser escritora, passando por historiadora, professora, arquiteta e bióloga. Como já dizia Fernando Pessoa: “...tenho em mim todos os sonhos do mundo”. Ao relembrar momentos da minha vida, reflito sobre o quanto a educação é um ato revolucionário. Ter nascido e crescido em uma classe social economicamente menos favorecida e, ainda assim, ter cultivado o gosto pela leitura e pelo aprendizado talvez tenha sido meu primeiro ato revolucionário contra o sistema que tanto nos oprime.

Fui a primeira da minha família a entrar em uma universidade. No entanto, assim como afirma Conceição Evaristo, o que mais importou não foi ser a primeira, mas abrir caminhos. É isso que venho percebendo entre os mais jovens com quem convivo – sejam familiares ou alunos –, que, ao me verem acessando esses espaços, se sentem inspirados e passam a acreditar que também é possível. Um exemplo disso foi a entrada de um dos meus irmãos na universidade pública onde cursei a graduação.

Diversas políticas públicas possibilitaram minha ascensão social por meio da educação. Uma delas, já mencionada, foi o Bolsa Família, que garantiu meu acesso e minha permanência na escola. Posteriormente, tive a oportunidade de ingressar na universidade graças a uma

combinação de esforço pessoal e acesso à escolarização básica e à Política de Cotas, que viabilizou minha entrada como aluna de escola pública. Essa política foi fundamental para, senão eliminar, ao menos minimizar as disparidades sociais, ampliando as oportunidades de acesso ao ensino superior.

No entanto, entrar na universidade não garante, por si só, a permanência. Por isso, o auxílio financeiro das bolsas dos programas PIBID (de Iniciação à Docência) e PIBIC (de Iniciação Científica) foi essencial para que eu pudesse me dedicar aos estudos e garantir condições mínimas de subsistência durante a graduação.

Na continuidade da minha formação, o mestrado só foi possível graças à bolsa fornecida pela CAPES, que me permitiu me dedicar integralmente aos estudos, assegurando também recursos para contribuir com a manutenção da minha família. E, atualmente, o tão sonhado doutorado – que, a princípio, parecia algo distante e quase inalcançável – tornou-se realidade também por meio do apoio financeiro da CAPES, permitindo-me investir tempo e energia na formação continuada.

Durante a graduação, conheci as questões sociocientíficas e, desde então, tive a oportunidade de explorá-las de diferentes maneiras. No mestrado, trabalhando com comunidades indígenas – especificamente com o povo Kurâ-Bakairi –, percebi os efeitos mais danosos e profundos dessas questões, que atravessam o mundo da vida, mas que muitas vezes são vistas apenas pelas lentes das promessas e soluções. Exemplos disso são o agronegócio e o desmatamento imperante na região onde a comunidade está localizada.

Minha proposta inicial, ao ingressar no doutorado, era justamente trabalhar com questões sociocientíficas em comunidades indígenas, tanto como um compromisso assumido com os povos com os quais tive o privilégio de aprender e conviver, quanto como forma de retorno social, por se tratar de uma temática que me é muito cara. No entanto, como o início do doutorado se deu em 2021, período marcado pelas incertezas e restrições provocadas pela pandemia de Covid-19 – e estávamos em isolamento social devido ao alto número de casos, percebi que não seria viável realizar a pesquisa diretamente na comunidade. Diante desse cenário, decidi voltar o foco da minha pesquisa para a formação de professores de Ciências e Biologia, outra questão que também considero central na minha trajetória.

Desde o final do mestrado, venho atuando na formação de professores de Ciências e Biologia como professora colaboradora voluntária, desenvolvendo atividades ligadas às questões sociocientíficas, às relações étnico-raciais na educação, ao eixo CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), à bioética, à educação escolar indígena, à argumentação, às

ações afirmativas, à popularização da ciência, entre outros temas, seja no âmbito da pesquisa, seja na colaboração com o NEABI (Núcleo de Estudos Afro-Brasileiros e Indígenas), ou ainda em aulas da graduação. Particularmente, quando ministrei, em 2017, a disciplina *Ética e Biologia*, na qual abordamos e discutimos questões sociocientíficas com foco na bioética, pude aprofundar minha compreensão sobre as dimensões éticas e morais dessas questões, ao mesmo tempo em que observei suas potencialidades e relevância formativas para a atuação social dos sujeitos, bem como alguns dos principais desafios para a sua discussão e contemplação nos currículos escolares, o que está diretamente ligado à formação de professores para o trato com essas questões nas aulas de Ciências. Dentre as diversas questões discutidas, destacam-se: a ética na ciência; o racismo científico, os artefatos e produtos científicos e tecnológicos que geram controvérsias e apontam para desafios quanto aos possíveis danos e riscos dessas atividades; os interesses do capital na atividade científica e tecnológica; e a justiça social, epistêmica e ambiental.

Outras disciplinas que tive a oportunidade de ministrar, foram igualmente importantes no meu processo de formação e na minha constituição enquanto formadora de professores, dentre as quais se destacam: *Fundamentos para o Ensino de Ciências e Biologias*; *Estágio Supervisionado III*; *Estágio Supervisionado IV*; *Didática para o Ensino de Ciências e Biologia II*; *Estudos de caso sobre tendências pedagógicas no ensino de ciências e biologia*; *Didática da Biologia*; *Didáticas das Ciências Naturais*; *Prática e Gestão no Ensino de Biologia*; *TCC 1*; *TCC 2*. Essas vivências contribuíram para constituir experiências importante na docência no ensino superior.

Mais recentemente, em uma disciplina de graduação, tenho abordado questões sociocientíficas com foco na ética e nas relações étnico-raciais, utilizando, dentre outros, o caso das células de Henrietta Lacks – que permite explorar dilemas éticos, conflitos e contradições e discutir o racismo institucional no campo científico. Essa experiência tem evidenciado a potência das questões sociocientíficas como abordagem formativa e a urgente necessidade de discutirmos ética ao tratarmos das práticas científicas e tecnológicas na sociedade contemporânea.

São muitos os episódios, ao longo da história da ciência, em que suas contribuições serviram para fortalecer estigmas, preconceitos e diversos processos opressores que invadem e instrumentalizam a vida humana. Nesse sentido, o interesse por questões envolvendo a engenharia genética, que sempre me inquietaram, consolidou-se como temática de pesquisa justamente por reconhecer seu potencial para gerar novos estigmas e processos de

desumanização, especialmente sob a ótica dos interesses do capital. Durante as conversas com o professor Washington, identificamos fertilidade no tema e decidimos embarcar na investigação dessa questão sociocientífica (QSC) com um olhar voltado para os aspectos da dimensão ética e moral.

Este trabalho constitui, portanto, um convite oportuno para renunciarmos aos nossos dogmas mais profundos e irrefletidos, confrontando-nos com situações controversas – moral e politicamente conflitantes – que emergem no seio social a partir das relações tênues entre os artefatos da tecnociência e o mundo da vida.

Esse cenário se insere diretamente no contexto do ensino, especialmente nas disciplinas de Ciências e Biologia, tornando-se urgente uma formação crítica e moralmente sensibilizada, voltada à emancipação e à participação cívica coletiva por meio de ações sociopolíticas que nos levem a refletir, de forma sensata e responsável, sobre o tipo de sociedade que realmente desejamos construir.

INTRODUÇÃO

“Apesar de tudo, ainda acredito na bondade humana.” (Anne Frank)

Com o acelerado e crescente avanço da ciência e da tecnologia, diversas questões sociais, socioambientais e éticas são constantemente noticiadas pela mídia. Nos últimos anos, acompanhamos diversos acontecimentos inesperados: sofremos os efeitos catastróficos de uma pandemia (Covid-19), a construção de centros nucleares, o aumento da fome em diversas partes do mundo, a exposição à radiação, diversos danos causados por artefatos da indústria de dispositivos médicos e hospitalares, metais pesados e microplásticos, os efeitos danosos da poluição da água e do ar, o uso abusivo de agrotóxicos, secas extremas, inundações, altas temperaturas, perda da biodiversidade. Os diversos avanços nas ciências e tecnologias foram e estão sendo criados pelo ser humano, muitas vezes com a finalidade de solucionar problemas ou amenizar possíveis situações desconfortantes. Contudo, esses avanços, embora resolvam algumas adversidades, criaram novos problemas de ordem social e global (Lee *et al.*, 2012a), o que sugere a necessidade de compreensão da natureza da ciência e um olhar mais crítico e equilibrado para a ciência⁵ e a tecnologia no contexto das sociedades modernas (Sánchez-Arteaga; El-Hani, 2012; Fadigas, 2015; Nascimento, 2020). Adotamos aqui essa perspectiva crítica e equilibrada da ciência, ampliando-a também para a compreensão da tecnologia e de seus impactos sociais, ambientais e éticos, especialmente no contexto da abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC), da educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e da formação crítica de professores de Ciências e Biologia. Trata-se, portanto, de uma abordagem que visa a compreender a ciência e a tecnologia como construções humanas, histórica e socialmente situadas, permeadas por valores, interesses e disputas, contribuindo, assim, para a promoção de uma educação científica comprometida com a justiça social, ambiental e epistêmica, com ênfase na dimensão ética e valorativa no âmbito da formação docente.

⁵ Essa ideia de olhar ou visão crítica e equilibrada da ciência é discutida em alguns estudos anteriores, como o de Sánchez-Arteaga e El-Hani (2012), que a apresentam na abordagem da história do racismo científico; o de Fadigas (2015), que desenvolve em relação à compreensão da natureza da ciência; e a tese de Nascimento (2020), na qual a autora adota essa mesma perspectiva crítica e equilibrada da ciência no contexto da história do racismo científico, atrelando-a às discussões sobre as relações étnico-raciais (por meio da Educação das Relações Étnico-Raciais - EREER) e à educação em saúde.

Essas contradições dos avanços do campo científico-tecnológico, com a busca de inovação e desenvolvimento alicerçados pelo capital, nos apresentam um contexto de insegurança e incertezas, no qual precisamos emitir julgamentos e tomar decisões informadas que respeitem os direitos humanos, promovam a justiça social e garantam a dignidade humana e a própria manutenção da vida no planeta. Esse novo contexto, atravessado por tensões, conflitos sociais, políticos, econômicos, dilemas morais e impactos socioambientais, nos exige uma formação científica para atuação na sociedade diante do enfrentamento de tais contradições da tecnociência, bem como o rompimento com a racionalidade técnica (instrumental).

Parte desses acontecimentos relacionados aos impactos socioambientais perpassa a relação hierárquica que, historicamente, o homem estabeleceu com a natureza. Conforme argumenta o indígena, ambientalista e filósofo brasileiro Ailton Krenak, “[...] fomos nos alienando desse organismo de que somos parte, a Terra, e passamos a pensar que ela é uma coisa e nós, outra [...] Tudo é natureza. O cosmo é natureza” (2020, p. 16). A alienação enunciada por Krenak é decorrente desse afastamento que nós, seres humanos, estabelecemos com a natureza e o meio ambiente. Por esse motivo, é preciso revisitar nossa formação e o lugar que verdadeiramente ocupamos e deveríamos ocupar neste globo, particularmente no tocante aos danos que acometem o Sul Global e os efeitos nocivos do modelo de desenvolvimento capitalista.

Diante do exposto, é essencial refletir e discutir os diferentes significados e funções que vêm sendo atribuídos à Educação em Ciências, de forma que seja possível verificar o papel dessa educação na formação para o exercício pleno da cidadania (Lemke, 1977; Krasilchik, 2000; Gil-Pérez *et al.*, 2001; Cachapuz *et al.*, 2005; Santos, 2007;), incluindo aqui o que estamos entendendo por exercício da cidadania e qual cidadania desejamos alcançar. Assim, argumentamos em defesa de uma (re)significação do ensino de ciências, considerando sua função social, a partir do desenvolvimento de atitudes, valores e responsabilidade social e socioambiental, em uma perspectiva humanizadora, como é proposta e acreditada pelo educador brasileiro Paulo Freire (2016, 2019, 2020, 2021).

Essa educação humanizadora e, por natureza, problematizadora permite, por meio do diálogo, o desvelamento da realidade e a reflexão consciente das contradições do sistema (movido pelas intenções e pelos interesses do capital) que atravessam o mundo da vida, afetando a vida das pessoas e as demais formas de vida no planeta. Nesse ínterim, defendemos uma formação crítica no sentido da justiça social e dos direitos humanos, da responsabilidade socioambiental e do desenvolvimento de sensibilidade moral e valores como empatia e

solidariedade, bem como de habilidades comunicativas e colaborativas para o exercício de uma cidadania mais consciente, justa, equitativa e responsável.

Dito isso, recorremos às reflexões tecidas por Stengers (2018), que critica a lógica de uma ciência comprometida com o progresso desenfreado, muitas vezes guiada por interesses produtivistas e alheia aos contextos sociais, culturais e ambientais nos quais está inserida. Como alternativa, a autora propõe e defende o conceito de “inteligência pública em ciências”, entendida como uma forma de resistência e de reposicionamento da ciência no espaço público. Trata-se de uma convocação para que a ciência preste contas à sociedade, operando em diálogo com diferentes atores sociais, inclusive aqueles historicamente marginalizados dos processos de produção de conhecimento. No centro dessa proposta, encontra-se a ideia de desaceleração do fazer científico, uma pausa crítica que permite repensar as finalidades da ciência, seus compromissos éticos e políticos e sua responsabilidade com o bem comum.

Nessa linha de raciocínio, corroboramos o urgente desafio de identificar as distâncias entre o que o cientista destaca estar fazendo e o que de fato ele faz ou pode realizar. Isso tem relação direta com as “promessas” e os dilemas da tecnociência, que refletem e expressam suas contradições na contemporaneidade. Evidenciamos ainda a indignação proferida por Carvalho e Orquiza-de-Carvalho (2020), a partir da autora citada, a respeito da acentuada credibilidade científica frente a um mundo em que as pessoas vivem cada vez mais expostas a riscos associados ao desenvolvimento, à inovação e ao uso de produtos tecnocientíficos.

Por sua vez, Ulrich Beck, em seu livro publicado em 2011, intitulado *Sociedade de Risco*, explora como a modernidade e a globalização estão alterando a estrutura da sociedade e, inclusive, o modo como as pessoas vivem e estabelecem relações entre si. Isso porque, segundo Beck (2011), vivemos em uma “sociedade de risco”, onde incertezas e perigos constituem partes integrantes da vida cotidiana. Isso se deve, conforme destaca o autor, ao fato de que, junto à modernidade e a partir dela, emergem mudanças aceleradas e, muitas vezes, radicais, como o aumento da tecnologia e da economia global, gerando uma série de riscos novos e imprevisíveis.

Diante dos adventos técnico-científicos e seus reflexos que impactam a sociedade e o modo como as pessoas se relacionam, cabe expor algumas reflexões de Bauman e Donskis (2021), a partir da contribuição sociológica de Zygmunt Bauman, ao argumentarem que os valores são importantes porque nos ajudam a orientar nossas ações e tomar decisões éticas. Isso porque a “modernidade líquida”, caracterizada pela incerteza e pela mudança constante, está criando uma sociedade cada vez mais individualizada e egoísta, menos empática e sensibilizada,

conforme acentuam os autores. Eles argumentam ainda que a falta de sensibilidade tem implicações graves para a nossa capacidade de construir relações significativas e de solucionar problemas sociais complexos. Nesse sentido, os autores destacam como a tecnologia e a mídia estão contribuindo para a cegueira moral.

A “cegueira moral” é definida como a incapacidade de sentir empatia e compaixão pelos outros, de se conectar significativamente com os outros e de tomar decisões éticas e responsáveis. É uma consequência da “modernidade líquida”, que afirma que, na sociedade moderna, os valores são cada vez mais frágeis e efêmeros, o que contribui com o desenvolvimento da cegueira moral (Bauman; Donskis, 2021). Destarte, os autores afirmam que a cegueira moral é um problema grave e sugerem a necessidade urgente de cultivar valores sólidos que contribuam com o desenvolvimentismo da sensibilidade, da empatia e da responsabilidade com os outros e com o mundo à nossa volta. Nesse ínterim, consideramos que tais reflexões são férteis e relevantes para pensarmos a Educação em Ciências, indo ao encontro das reflexões elucidadas neste estudo.

Diante do exposto, o mundo tem assistido, atualmente, ao massacre e ao genocídio que acometem Gaza e os incontáveis cidadãos palestinos, cujas vidas e dignidade têm sido brutalmente arrancadas, incluindo crianças e idosos. Com bombardeamentos em escolas, universidades e hospitais, o mundo está vivendo uma barbárie em tempos modernos. Onde estão, nessas sociedades globais, valores como a empatia, a humanidade, a solidariedade e a compaixão? Faltam valores sólidos nessa modernidade líquida, em um mundo altamente acelerado e imediatista, valores esses que consideram o respeito e promovem a dignidade da vida humana. O triste e vergonhoso cenário mundial de violação dos direitos humanos, violência e mercantilização do mundo da vida nos gera, ou ao menos deveria gerar, indignação e repulsa. Tal realidade provoca reflexões sobre uma formação urgente para uma cidadania que seja mais justa, equitativa e solidária, o que pressupõe a defesa que fazemos de uma educação baseada em valores pautados nos direitos humanos e na justiça social, bem como uma formação cidadã crítica, ética, política e socialmente responsável que transite nos níveis local e global.

Ao direcionarmos nosso olhar para o campo das Ciências Biológicas, é possível verificar o acelerado desenvolvimento na área da genética, particularmente com os avanços da genômica e da biotecnologia. Tais avanços, como também suas implicações, levantam diversos debates e dilemas de ordem moral e ética para os indivíduos e para a sociedade. Questões como clonagem, pesquisas com células-tronco, engenharia genética, manipulação genética de seres humanos e de outros organismos vivos, mapeamento genômico de ancestralidade, assim como alimentos

transgênicos e xenotransplante, vêm ganhando destaque e visibilidade nos meios de comunicação e, ocasionalmente, provocando debates acalorados e dividindo opiniões na sociedade.

A literatura em Educação em Ciências tem evidenciado o amplo potencial da discussão desses temas na formação de professores (Carnio; Lopes; Carvalho, 2011; Martínez-Pérez, 2012; Bortoletto; Carvalho, 2012; Conrado; Nunes-Neto, 2018; Genovese; Genovese; Carvalho, 2019; Cebesoy, 2021a).

Com vistas a isso, Carvalho e Orquiza-de-Carvalho advertem:

Certamente, o ônus desta reivindicação recai de modo especial sobre nós, pesquisadores na área de educação científica, na medida em que se nos apresenta a necessidade de uma discussão sobre como agir para promover uma ampliação do entendimento da população, em torno do enraizamento dos vínculos entre ciência, produção tecnológica e desenvolvimento econômico, bem como sobre os modos pelos quais é afetada por isso. Certamente, é necessário considerarmos também as implicações para o aumento dos riscos socioambientais, que necessitam, cada vez mais, serem administrados numa nova lógica (2020, p. 3).

Portanto, é a partir da necessidade de intervir na sociedade com a utilização de conhecimentos da ciência – particularmente considerando que a ciência possui uma relação inseparável com a sociedade e a tecnologia – que surgem movimentos que visam propostas curriculares para a educação nessa área, com ênfase nas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e, quando enfatizado explicitamente o ambiente, CTSA (Aikenhead, 2009). Diversos pesquisadores têm se dedicado a estudos a respeito dessa abordagem (Auler; Bazzo, 2001; Santos; Mortimer, 2001; Auler; Delizoicov, 2006; Aikenhead, 2009).

No entanto, tais adventos tecnocientíficos e suas possíveis consequências para a sociedade e o ambiente têm levantado diversos questionamentos de ordem moral e ética. Nesse contexto, as questões sociocientíficas (QSC) têm ganhado espaço nas investigações em Educação em Ciências, destacando-se um amplo número de pesquisas, tanto no contexto nacional (Santos, 2002; Santos; Mortimer, 2009; Guimarães; Carvalho; Oliveira, 2010; Guimarães, 2011; Carnio; Lopes; Carvalho, 2011; Bortoletto; Carvalho, 2012; Conrado *et al.*, 2013; Silva, 2016; Conrado, 2017; Conrado; Nunes-Neto, 2018a, 2018b; Genovese; Genovese; Carvalho, 2019) quanto no contexto internacional (Sadler, 2004a; Sadler; Zeidler, 2004; Sadler; Zeidler, 2005; Levinson, 2006; Sadler; Donnelly, 2006; Fowler; Zeidler; Sadler, 2009; Lindahl, 2009; Sadler, 2009; Zeidler; Bryan, 2009; Lee *et al.*, 2012a; Martínez-Pérez, 2012; Cebesoy,

2020;). As QSC, também denominadas Controvérsias Sociocientíficas (CSC), contemplam uma gama de questões socialmente controversas ligadas à ciência e à tecnologia (Sadler, 2004a; Sadler; Zeidler, 2005). A partir das reflexões de Martínez-Pérez (2012), as QSC abrangem controvérsias de problemáticas sociais que se mantêm em estreita conexão com conhecimentos científicos da contemporaneidade, além de poderem ser definidas por temas envolvendo aspectos e discussões científicas que provocam impactos na sociedade.

É possível citar uma ampla gama de questões sociais ligadas à ciência, ao ambiente e à tecnologia (doravante QSC). Algumas dessas questões são: xenotransplante, eutanásia, clonagem, terapia gênica, engenharia genética, pesquisas com células-tronco, agrotóxicos, energia nuclear, uso de animais em pesquisas e mudanças climáticas globais. Diversos estudos têm sido realizados no âmbito da abordagem de algumas dessas QSC (Sadler; Zeidler, 2004, 2005; Sadler; Donnelly, 2006; Guimarães; Carvalho; Oliveira, 2010; Lee *et al.*, 2012a; Andrade *et al.*, 2016; Santos; Conrado; Nunes-Neto, 2016; Paiva *et al.*, 2017; Cebesoy, 2020). Conforme argumenta Cebesoy (2020), um dos tópicos considerados essenciais das QSC são as questões relacionadas à genética. Isso se justifica devido ao seu acelerado e contínuo desenvolvimento a partir de inovações tecnológicas atuais, gerando diversas controvérsias. Em estudo desenvolvido por Silva e Santos (2014), foi constatado que, dentre 15 pesquisas empíricas sobre QSC que focaram em aspectos das dimensões ética e moral, 13 abordaram temas relacionados ao campo da genética.

Nesse sentido, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos na busca por contemplar diferentes problemáticas sociais e socioambientais atravessadas pela Ciência e pela Tecnologia. Dentre os temas que mais aparecem nas pesquisas envolvendo QSC e aspectos éticos e morais, sobressaem: terapia gênica e clonagem (Sadler; Zeidler, 2004; Sadler; Donnelly, 2006; Nielsen, 2012); testes genéticos (Lindahl, 2009); aplicações biotecnológicas (Fowler; Zeidler; Sadler, 2009); alterações climáticas (Sternäng; Lundholm, 2011; Lee *et al.*, 2012a); células-tronco embrionárias (Lee *et al.*, 2012a); modificação genética (Lee *et al.*, 2012b); projeto genoma humano (Saunders; Rennie, 2013) no contexto internacional, e problemáticas relacionadas ao meio ambiente, a novas biotecnologias, além da relação entre ciência e sociedade (Silva; Krasilchik, 2013); melhoramento genético (Guimarães; Carvalho; Oliveira, 2010); eutanásia (Almeida; Guimarães, 2019) e xenotransplante (Machado; Razera, 2021; Idalino; Guimarães, 2023) no contexto nacional.

Diversos estudos internacionais têm fornecido evidências, bem como sugerido o importante papel das considerações de aspectos das dimensões ética e moral na abordagem de

QSC e na tomada de decisão (ver, por exemplo, Grace; Ratcliffe, 2002; Zeidler *et al.*, 2002; Sadler; Zeidler, 2004; Sadler; Donnelly, 2006; Reis, 2007; Lindahl, 2009; Fowler; Zeidler; Sadler, 2009; Hodson, 2011; 2018. Ao se considerar a importância da compreensão dos deveres e valores morais em relação aos avanços científicos e tecnológicos, é imperativo considerar o lugar da moralidade na Educação em Ciências. A esse respeito, conforme assinalam diversos autores (ver Fleming, 1986; Pedretti; 1999; Grace; Ratcliffe, 2002; Sadler, 2004; Sadler *et al.*, 2004; Sadler; Zeidler, 2004; Guimarães; Carvalho; Oliveira, 2010; Silva, 2016; Silva; Queiroz, 2019), há evidências empíricas que apresentam como o trato de questões sociocientíficas estimula a consideração dos alunos sobre aspectos e implicações morais em diversas faixas etárias, desde a educação básica até o ensino superior.

Assim, a partir do contexto atual, marcado por graves problemas e crimes socioambientais que a humanidade vem enfrentando, bem como a urgente necessidade de formação dos sujeitos (atores sociais) para serem capazes de lidar com tais situações, é que Nunes-Neto e Conrado (2021) argumentam em defesa do ensino explícito de ética, especialmente no ensino de ciências, devido aos graves problemas gerados pelo desenvolvimento desse campo.

Nessa linha de raciocínio, é relevante ressaltar, conforme alertam Guimarães e Carvalho (2009) e Guimarães (2011), que a intenção das discussões de QSC não consiste na busca por encontrar a “verdade moral” ou “científica”, visto que a resolução dessas questões não é simples e envolve diversos aspectos da vida do indivíduo. Mas sim “[...] permitir que cada aluno avalie as informações e saiba argumentar e ouvir os argumentos dos colegas com respeito” (Guimarães, 2011, p. 15). Outrossim, conforme acentua o autor, a tomada de decisão, caso ocorra, pode levar em consideração, além dos aspectos científicos, outros aspectos como: morais, religiosos, econômicos, políticos, etc. Aspectos esses que, a nosso ver, caracterizam as controvérsias e os principais conflitos da QSC discutida. Além disso, defendemos que a exposição a esses aspectos morais e valorativos pode contribuir para a sensibilidade moral dos futuros atores sociais.

Embora a literatura da área apresente os aspectos éticos e morais como um dos principais elementos que caracterizam as QSC, há fortes evidências de que esses aspectos nem sempre são considerados nas pesquisas da área que focam nas QSC (Silva; Santos, 2014; Leij *et al.*, 2021). Em estudos realizados por Silva e Santos (2014) e Silva (2016), os autores identificaram pouca produção no campo das QSC que enfatizam a dimensão moral. Silva (2016) salienta que, apesar dos diversos artigos sobre QSC, apenas um pequeno número está

relacionado aos aspectos da dimensão moral presentes nessas questões. Ainda assim, infere que as QSC constituem um meio para o estudo da moralidade, bem como um meio para professores de Ciências alcançarem uma Educação em Ciências interligada com a moral e a formação para a cidadania. Desse modo, a autora afirma que a realização do mapeamento das pesquisas acadêmicas sobre QSC e moral possibilitaram “[...] argumentos que reiteram a ideia de que os processos de tomada de decisão envolvendo essas questões são guiados por fatores sociais, morais e afetivos” (Silva, 2016, p. 81). Ademais,

Apesar de os estudos apontarem que aspectos morais têm sido considerados na tomada de decisão envolvendo QSC, faz-se necessário esclarecer que a tomada de decisão moral não caracteriza ação moral. Por isso, é preciso considerar-se em primeiro lugar a capacidade de reconhecer os aspectos morais da situação para ser capaz de agir com moralidade (Silva, 2016, p. 81).

Portanto, essa autora, assim como evidenciado em outros estudos da área, expõe a importância do desenvolvimento da capacidade de reconhecer os aspectos morais, denominada neste estudo como sensibilidade moral. Nesse sentido, no estudo acima mencionado, são destacadas algumas lacunas, dentre elas a necessidade de desenvolver estudos que busquem alcançar a “[...] compreensão de como os professores de Ciências lidam com tópicos que apresentam implicações morais e de expressão de seus próprios valores em sala de aula, e de estudantes em formação inicial é fundamental, uma vez que as concepções influenciam suas atitudes no processo de ensino” (Silva, 2016, p. 81). Isso sugere e reforça a intenção deste estudo em compreender melhor a dimensão moral e valorativa das QSC no contexto da formação inicial de professores e pensar, desse modo, a formação de professores a partir da consideração destes como intelectuais transformadores (Giroux, 1997).

Isso posto, tais apontamentos direcionam o nosso olhar para discussões mais particulares a respeito da compreensão do tema que nos propomos a investigar nesta pesquisa. Tais discussões perpassam o entendimento das biotecnologias, como a engenharia genética, que, com as técnicas de edição genética, podem proporcionar não só correções de genes (que estão relacionados à manifestação de determinadas doenças e condições de saúde) como também a sua edição no sentido de melhorar o ser humano, como suas aptidões físicas e intelectuais, por exemplo⁶. Essas discussões envolvendo a engenharia genética humana

⁶ Cabe ressaltar que características como “inteligência” ou “aptidão física” são traços altamente complexos, influenciados por uma rede multifatorial de elementos biológicos, ambientais, educacionais e socioculturais. Embora existam pesquisas que investiguem possíveis correlações genéticas com aspectos cognitivos, essas relações são marcadas por grande complexidade e incerteza científica, não podendo ser compreendidas de forma

levantam diversos questionamentos de ordem moral e ética, conforme destaca Sandel (2021a). Essas reflexões ainda se relacionam com a problemática acentuada pela retórica do determinismo genético, refletida por Leite (2006, 2007), e os direcionamentos e possibilidades de uma nova eugenia (Leite, 2006, 2007; Habermas, 2010) e de expressão do racismo científico (Bolsanello, 1996; Munanga, 2004; Wade, 2017), que afeta as relações étnico-raciais (Verrangia; Silva, 2010) e podem gerar processos de opressão e imposições de superioridade de determinadas características, contribuindo com a geração de mais estigmas, estereótipos e discriminações na sociedade.

Logo, argumentamos que pensar e considerar as relações entre o domínio da ciência, a ética e a cidadania pressupõe o desenvolvimento da sensibilidade moral e de uma educação científica humanizadora, voltada para a ação sociopolítica. Essa abordagem promove a formação para uma cidadania responsável e empática, com atores sociais capazes de intervir no mundo e na sociedade por meio de decisões fundamentadas, que considerem o bem coletivo no âmbito de uma cidadania global, voltada para uma convivência mais justa e solidária.

Nesta pesquisa, o fenômeno estudado consiste na compreensão das diferentes maneiras pelas quais os licenciandos experimentam conflitos, dilemas, promessas e soluções advindos do campo científico-tecnológico da genética, particularmente da biotecnologia. As controvérsias e os dilemas morais envolvidos na manipulação e no melhoramento genético de seres humanos constituem o pano de fundo promotor de situações de tensão e conflito, que servem de palco para a mobilização e compreensão de aspectos valorativos no processo de tomada de decisão, bem como para a revelação de diferentes camadas de contradições presentes nesses avanços.

Nessa linha de raciocínio, partimos de alguns questionamentos que expressam nossas preocupações e intenções de investigação: como futuros professores de Ciências e Biologia experimentam e lidam com conflitos e dilemas morais em questões sociocientíficas (QSC) relacionadas à engenharia genética humana? Que considerações e aspectos morais orientam a tomada de decisão desses futuros professores em relação às QSC ligadas à engenharia genética humana? Esses aspectos morais se mantêm ou se transformam à medida que os licenciandos entram em contato com diferentes cenários e dilemas morais relacionados à manipulação genética em seres humanos? Quais as possíveis contribuições da exploração de casos

determinista ou simplificada. Assim, o intuito da formulação do exemplo foi provocar e ampliar o debate ético sobre os limites da intervenção genética, e não sustentar qualquer ideia reducionista sobre a origem ou a modificação desses atributos.

envolvendo dilemas morais em QSC relacionadas à genética e à biotecnologia para a formação inicial de professores de Biologia?

Diante desses questionamentos, propomos nosso problema de pesquisa, a saber: **como futuros professores de Ciências e Biologia percebem e experimentam conflitos, dilemas, promessas e soluções advindas do campo científico-tecnológico em discussões envolvendo questões sociocientíficas no âmbito da engenharia genética humana? E quais as possíveis contribuições da exploração de QSC envolvendo dilemas morais do campo da biotecnologia para a formação inicial de professores de Biologia?**

Diante do exposto, o objetivo geral desta pesquisa consiste em compreender como futuros professores de Ciências e Biologia percebem e experimentam conflitos, dilemas morais, promessas e soluções advindas do campo científico-tecnológico em discussões envolvendo temas da engenharia genética, particularmente a questão sociocientífica do melhoramento genético em humanos e as possíveis contribuições da vivência e exploração de QSC no campo da biotecnologia a partir da exposição de casos contendo dilemas éticos e morais. Nesse contexto, com a intenção de alcançar o objetivo exposto, estabelecemos alguns objetivos específicos de pesquisa. São eles:

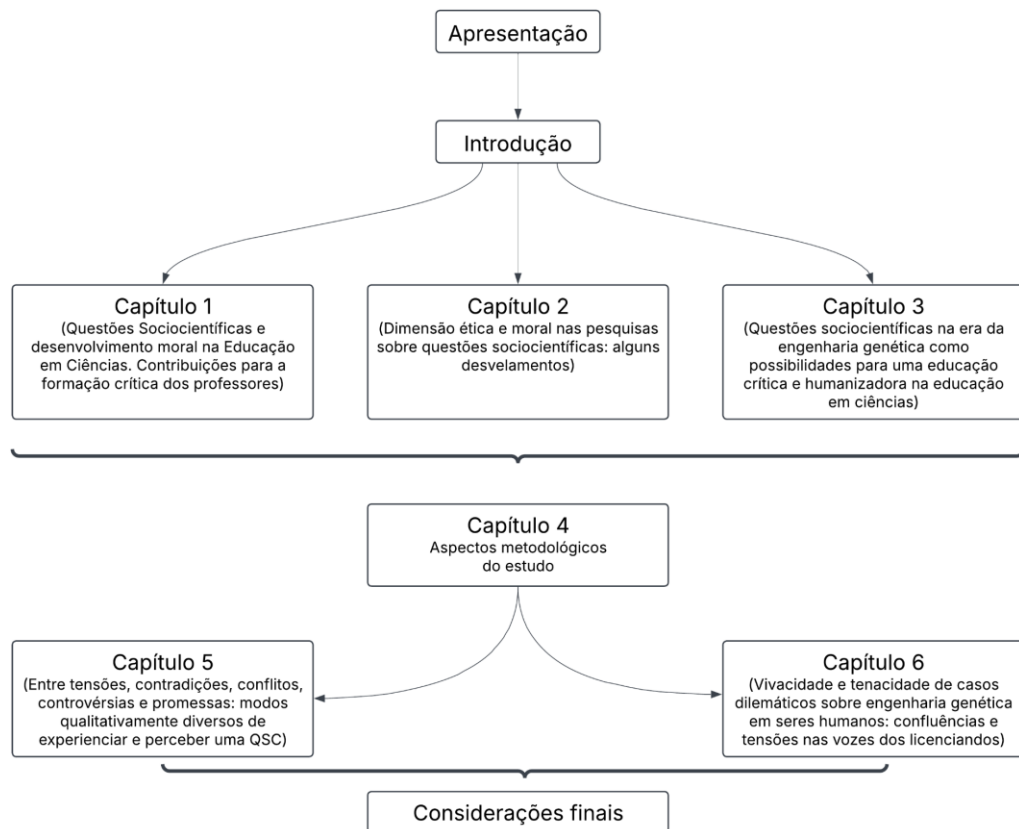
- a) Explorar como futuros professores de Ciências e Biologia experimentam e lidam com conflitos e dilemas morais em questões sociocientíficas relacionadas à engenharia genética humana;
- b) Identificar que considerações e aspectos morais orientam a tomada de decisão de futuros professores de Ciências e Biologia em relação a questões sociocientíficas relacionadas à engenharia genética humana;
- c) Analisar como esses aspectos morais se mantêm ou se alteram à medida que se entra em contato com diferentes cenários e dilemas morais relacionados à manipulação genética em seres humanos.
- d) Identificar possíveis contribuições da vivência e exploração de uma QSC relacionada aos avanços da biotecnologia por meio de discussões a partir da exploração de casos contendo dilemas morais.

Argumentamos que o contato com a discussão de casos contendo dilemas morais e éticos na formação de professores pode ser uma ferramenta importante no despertar da consciência das contradições da tecnociência no mundo atual e para promover o desenvolvimento de pensamento crítico para o exercício da cidadania a partir da tomada de decisão socialmente responsável e mais empática. Nessa perspectiva, defendemos, como tese

central deste estudo, que a imersão em contextos de tensão a partir da exploração de casos contendo dilemas éticos e morais de QSC relacionados à biotecnologia na formação inicial de professores, com atenção às implicações dos artefatos científicos e tecnológicos, suas promessas, contradições e controvérsias, em uma abordagem orientada para a ação sociopolítica, a responsabilidade social e a consideração da dimensão ética e valorativa, pode contribuir com a formação cidadã crítica para a ação social responsável, a partir do desenvolvimento de sensibilidade moral e de valores virtuosos como empatia, solidariedade, compaixão, equidade e respeito, tanto no âmbito local quanto global, na busca por uma melhor convivência planetária.

Esta tese está organizada em seis capítulos (Figura 1). Os três primeiros representam o aprofundamento teórico e constituem o referencial teórico da pesquisa. No primeiro capítulo, é realizada uma caracterização das QSC, bem como a sua relação com as dimensões ética e moral. Em um segundo momento, são apresentados os principais conceitos, tais como ética, moral, sensibilidade moral, cegueira moral, bem como as três principais vertentes ético-normativas ocidentais a partir do referencial teórico dos campos da psicologia e da filosofia moral. Por fim, são apresentadas brevemente algumas considerações sobre a perspectiva teórica de formação de professores adotada.

No segundo capítulo, é apresentado um mapeamento das produções acadêmicas (revisão sistemática) publicadas nos principais periódicos da área, nacionais e internacionais, sobre QSC e moral. Para isso foi adotado um recorte temporal que contemplou os últimos dez anos, de 2015 a 2024.

Figura 1 - Organização dos capítulos da tese

Fonte: Elaboração própria.

No terceiro capítulo, são apresentadas as principais discussões sobre a QSC adotada, como a relação dos avanços científicos e tecnológicos da genética e da biotecnologia com o capital – introduzindo a perspectiva da tecnociência, e as principais promessas e os dilemas relacionados com o uso das técnicas de edição genética para aperfeiçoamento do ser humano e uma possível nova forma de eugenia –, além de algumas considerações sobre o ensino dessa QSC e um olhar para os documentos curriculares normativos sobre o ensino de ética e moral, bem como de conteúdos sobre genética e biotecnologia na educação científica.

Por sua vez, o quarto capítulo esclarece os aspectos metodológicos e o desenho da pesquisa adotado, descrevendo brevemente os participantes, a constituição dos dados em dois momentos e a análise a partir de uma perspectiva fenomenográfica e de identificação de aspectos e elementos éticos e morais (sensibilidade moral e julgamento moral); particularmente, no caso dos grupos focais, a análise voltou-se para os elementos éticos e as considerações morais, bem como para suas respectivas justificativas, com base nas interações dialógicas e nos argumentos produzidos durante o debate sobre o tema.

No que se refere aos dois capítulos destinados à comunicação dos resultados obtidos ao longo do estudo, o capítulo cinco apresenta os resultados da primeira fase da pesquisa (entrevistas individuais), com análises das temáticas e dos aspectos éticos e morais, até a construção das categorias de descrição à luz da fenomenografia.

Já no capítulo seguinte, são apresentados os resultados da segunda fase de constituição dos dados (grupos focais), na qual o foco recai sobre a interação dialógica entre os participantes, como também sobre as principais considerações morais e aspectos sobre os dilemas debatidos que emergem em seus discursos e argumentos, além de algumas contribuições decorrentes da experiência com a QSC a partir das vozes dos licenciandos num espaço que se constituiu como uma esfera pública social.

Por fim, o trabalho apresenta as considerações finais, retomando a questão de pesquisa e apresentando a conclusão do estudo, assim como trazendo as referências bibliográficas consultadas e os apêndices.

CAPÍTULO 1 - QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS E DESENVOLVIMENTO MORAL NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO CRÍTICA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

*“Mas, oh, não se esqueçam da rosa, da rosa
Da rosa de Hiroshima, a rosa hereditária
A rosa radioactiva, estúpida e inválida
A rosa com cirrose, a anti-rosa atômica
Sem cor, sem perfume, sem rosa, sem nada”
(Vinicius de Moraes)*

Neste capítulo, cujo objetivo consiste em fornecer um aprofundamento do referencial teórico adotado, apresentamos e caracterizamos as questões sociocientíficas, situando a discussão no contexto da formação crítica de professores, particularmente na formação inicial, bem como aspectos essenciais sobre moralidade, no campo da filosofia moral, para o ensino de ciências a partir da abordagem das QSC. Defendemos a importância da consideração e da abordagem de aspectos morais e éticos na formação inicial de professores de Ciências e Biologia frente ao advento e aos impactos da tecnociência no contexto da modernidade, com a retórica do desenvolvimento científico e tecnológico propagandeada pelas promessas de progresso e de soluções científico-tecnológicas. Refletimos, ainda, sobre os efeitos da modernidade líquida na percepção dos impactos da tecnociência, assim como sobre a urgente necessidade de promover uma formação de cidadãos críticos e globais, aptos a atuar e tomar decisões conscientes e bem informadas sobre questões sociocientíficas que afetam o mundo. Para isso, consideramos ser imprescindível fomentar o desenvolvimento da sensibilidade moral a partir de uma educação em ciências que seja crítica e empática, de modo a contribuir com a formação de valores sociais pautados na justiça social, nos direitos humanos e na solidariedade e empatia em âmbito global. Essa formação deve contribuir com o respeito à dignidade da vida humana, bem como para ações que permitam a manutenção mais sustentável da vida no planeta.

1.1 A NATUREZA DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS

O século XX foi marcado por diversos episódios catastróficos, permeados por tensões e conflitos de diversas naturezas. Exemplos disso incluem o bombardeamento atômico de Hiroshima e Nagasaki, o uso indiscriminado de pesticidas na agricultura e o acidente nuclear de Chernobyl, no norte da Ucrânia Soviética. Mais recentemente, no cenário do século XXI,

ocorreu outro grave acidente em uma usina nuclear, o acidente de Fukushima, em 2011, na Central Nuclear de Fukushima I, localizada na cidade de Okuma, Ilha de Honshu, Japão. Tais tensões ecoam como impactos dos produtos da tecnociência, deslocando para o centro das discussões questionamentos sobre o caráter supostamente neutro da ciência e da tecnologia e chamando atenção para a responsabilidade dos cientistas, dos patrocinadores que financiam essas pesquisas e dos demais envolvidos em tais episódios.

No cenário educacional, conforme mencionado, as tensões e os conflitos que marcaram o século XX desencadearam diversas discussões, dando origem ao movimento denominado Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), posteriormente ampliado para CTSA⁷, com a inclusão do Ambiente, o qual teve um papel importante nas políticas públicas educacionais (Zeidler *et al.*, 2005; Aikenhead, 2009, Genovese; Genovese; Carvalho, 2019). Conforme destacam Genovese, Genovese e Carvalho (2019, p. 8), ainda que “[...] a dimensão ambiental seja um dos objetivos na educação CTS, a letra A acrescentada à sigla implica um reconhecimento por parte dos pesquisadores de que o nosso planeta está em situação de emergência ambiental”.

O surgimento do movimento supracitado se desencadeou na busca por romper com o cientificismo até então imperante e largamente difundido, bem como com as visões equivocadas a respeito da ciência e da natureza da ciência (NdC); ver, por exemplo, Sadler, Chambers e Zeidler (2004) sobre a visão “salvacionista” atribuída à ciência. O cientificismo pode ser compreendido como uma forma de supervalorização da ciência enquanto único caminho legítimo para a produção de conhecimento (Cobern; Loving, 2001; Japiassu; Marcondes, 2001; Lacey, 2010), estabelecendo uma hierarquia epistêmica que marginaliza outras formas de saber e reduz a complexidade dos fenômenos sociais, éticos e ambientais a fórmulas técnicas e objetivas. Tal postura tende a desconsiderar as dimensões histórico-culturais da ciência e sua imbricação com os valores, interesses e estruturas de poder. Nesse contexto, a visão salvacionista da ciência refere-se à crença de que o desenvolvimento científico e tecnológico, por si só, seria suficiente para resolver todos os dilemas da humanidade, promovendo um futuro ideal de progresso, bem-estar e controle da natureza. Essa crença ignora as implicações morais, sociais e políticas das inovações tecnocientíficas e alimenta a ideia de neutralidade científica (que contempla a ideia de uma ciência imparcial e livre de valores), contribuindo para o apagamento dos conflitos e disputas que atravessam a produção do conhecimento científico.

⁷ Faremos uso da sigla CTSA para nos referir tanto ao movimento CTS, proposto inicialmente, quanto às questões ambientais evidenciadas de forma explícita em estudos mais recentes.

Assim, entende-se que o cientificismo corresponde a uma função ideológica de dominação, pois opera na naturalização da ciência como prática neutra e incontestável, legitimando determinadas formas de poder e de organização social. Isso ocorre porque a técnica, enquanto projeto histórico-social, contempla os interesses da camada dominante da sociedade a respeito do que fazer com os homens e as coisas. O predomínio da racionalidade instrumental – centrada na eficácia, na previsibilidade e no controle – reforça a lógica da tecnocracia, na qual as decisões políticas e éticas são subordinadas a critérios técnicos, desconsiderando as vozes dissonantes e as múltiplas racionalidades presentes nas sociedades democráticas. Logo, temos que o progresso tecnocientífico é determinado e perpassado pelos interesses da classe dominante (Habermas, 1987), o que evidencia que a crítica aqui empreendida não se dirige à ciência em si, mas sim à forma como ela tem sido mobilizada ideologicamente em favor do capital. Trata-se, portanto, de uma crítica à cientificidade a serviço da dominação, à ciência convertida em ferramenta de reprodução das desigualdades e da exploração, e não à atividade científica como potencial instrumento de emancipação e transformação social.

Destarte, o movimento CTSA surge como alternativa à superação da perspectiva cientificista e da suposta neutralidade da ciência. Conforme assinalam Auler e Bazzo (2001), a publicação de duas obras marcou e impactou positivamente, ao denunciar, anunciar e suscitar importantes reflexões no que tange à produção da ciência e à sua relação com dimensões políticas, econômicas, sociais e ambientais. São elas: *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de autoria de Thomas Kuhn (Kunh, 2017), e *Primavera Silenciosa*, escrita por Rachel Carson (Carson, 2010). Esta última teve um impacto social tão grande que contribuiu para a proibição de alguns pesticidas químicos altamente tóxicos e para a criação de leis de proteção ambiental. Além disso, o livro colaborou para a sensibilização das pessoas quanto à importância da conservação ambiental e da preservação da vida selvagem.

Assim, o referido movimento tem como pressuposto básico que o ensino de ciências tenha como objetivo principal a formação de cidadãos críticos, com potencialidades para a atuação cidadã e a participação consciente no processo de tomada de decisões sobre situações em que a ciência e a tecnologia estão imersas. Em pesquisa realizada por Pedretti e Nazir (2011), foi realizado um mapeamento de pesquisas desenvolvidas na perspectiva do movimento CTSA, com recorte temporal de 40 anos. A partir do delineamento e desenvolvimento do estudo, as autoras apontaram a complexidade desse campo de estudo, ao identificarem seis correntes, cada uma com um propósito formativo específico, além de diferentes estratégias

didáticas, a saber: 1) Aplicação e design; 2) Histórica; 3) Raciocínio lógico; 4) Centrada em valores; 5) Sociocultural; e 6) Justiça ecossocial. Como veremos mais adiante, nossa perspectiva de estudo dedica-se, principalmente, à corrente 4. Essas autoras recorrem à metáfora das correntes por compreenderem esse movimento como um oceano amplo de ideias, princípios e práticas que se sobrepõem e se misturam, ampliando e potencializando possibilidades formativas.

No que lhe concerne, Zeidler e colaboradores (2005) argumentam que a educação CTSA geralmente, quando praticada, não abrange o desenvolvimento moral dos estudantes no processo formativo, constatação essa evidenciada, também, em estudos mais recentes como os de Guimarães (2011). Isso se dá porque essa educação, ao longo do tempo, tornou-se difusa. Assim, conforme salienta, ao serem abordadas discussões sobre temas como energia nuclear, aquecimento global etc., não é dada atenção explícita, direcionada e aprofundada aos aspectos éticos e morais. Portanto, o desenvolvimento da dimensão ética e valorativa não é viabilizado, tampouco consolidado, no contexto educacional.

Estimular uma educação voltada para a democracia implica, necessariamente, que haja esclarecimentos sobre os valores compartilhados por diferentes grupos sociais e quais desses valores devem ser priorizados em relação aos outros, de modo a ser possível evitar aceitações irrefletidas baseadas em raciocínios contraditórios e, muitas vezes, infundados entre as bases éticas e as ideias sociais (Conrado; Nunes-Neto, 2018). Portanto, a abordagem de questões sociocientíficas (QSC) emerge como uma possibilidade concreta de trabalhar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente a partir da reflexão crítica sobre os valores na sociedade, uma vez que envolve, necessariamente, o raciocínio ético e moral na tomada de decisão.

Diversas são as produções científicas nas quais é possível localizar menções à introdução de QSC no campo do ensino de ciências no contexto do movimento de educação CTS (ver, por exemplo, Solomon, 1990, 1992, 1993; Aikenhead, 1994; Kortland, 1996; Levinson, 2006; Pedretti, 1997, 2003; Ramsey, 1993; Santos, 1992, 2011; Pedretti *et al.*, 2008; Santos; Mortimer, 2000; Santos; Schnetzler, 2010). Contudo, existem estudos desenvolvidos sobre QSC sem que haja qualquer menção ao movimento CTS (ver, por exemplo, Geddis, 1991; Cross; Price, 1996; Ratcliffe, 1997; Ratcliffe; Grace, 2003; Reis; Galvão 2004; 2005; Sadler; Zeidler, 2004, Simonneaux, 2000; 2008; Zeidler *et al.*, 2002, 2005; Simonneaux; Simonneaux, 2009; Lee *et al.*, 2012a).

A expressão “*socioscientific issues*” (questões sociocientíficas) foi cunhada por Reg Fleming (Fleming, 1986); porém, os fundamentos que as regem foram apresentados anteriormente por Milton Wessel (Wessel, 1980) em sua obra *Science and Conscience*, que originalmente utilizou a expressão “*socioscientific disputes*” (disputas sociocientíficas) em seus estudos. Wessel foi promotor de justiça nos Estados Unidos e atuou em temas envolvendo contaminação pela indústria química. Para esse autor, uma disputa sociocientífica tinha algumas características distintivas, a saber: 1) um grande interesse público na resolução da disputa sociocientífica; 2) as disputas sociocientíficas são caracterizadas pela complexidade em se avaliar as informações e os entendimentos necessários para promover um julgamento racional; e 3) o apontamento de que o julgamento final requer um bom senso entre um número de preocupações a respeito da qualidade de vida sobre as quais as pessoas podem apresentar posicionamentos e atitudes distintas (Wessel, 1980).

No que lhes concerne, Ratcliffe e Grace (2003) argumentam que uma questão sociocientífica apresenta várias outras características que se distinguem das postuladas por Wessel (1980), ampliando-as: 1) as questões sociocientíficas têm base na ciência e frequentemente estão na fronteira do conhecimento científico; 2) envolvem a formação de opiniões e a realização de escolhas nos níveis pessoal e social; 3) são frequentemente noticiadas pela mídia, com recortes e destaques para aspectos particulares, de acordo com seus interesses; 4) lidam com informações incompletas; 5) referem-se às dimensões local, nacional e global, com a participação de estruturas políticas e sociais; 6) envolvem análise de custo-benefício, na qual os riscos interagem com os valores; 7) podem envolver considerações sobre desenvolvimento sustentável; 8) envolvem valores e raciocínio ético; 9) podem requerer algum entendimento de probabilidade e risco; e 10) frequentemente são pontuais e de duração curta.

Outra definição surge com estudos de Martínez-Pérez (2012), o qual afirma que as questões sociocientíficas abrangem controvérsias de problemáticas sociais conexas aos conhecimentos científicos da atualidade (temas polêmicos). Desse modo, elas têm o potencial de gerar debates envolvendo diferentes pontos de vista sobre questões ligadas à realidade, promovendo a necessidade de uma tomada de decisão sobre o tema, que conduzirá a uma ação socialmente responsável. Essas QSC são frequentemente divulgadas por meios de comunicação em massa, o que remete ao direcionamento científico para a discussão dessas questões como fio condutor de um esclarecimento sobre a importância da educação científica (Martínez-Pérez, 2012).

Portanto, questões sociocientíficas consistem em questões com base na ciência que apresentam impactos potencialmente elevados na sociedade (Ratcliffe; Grace, 2003). Considerando as reflexões tecidas por Sadler (2004b), as QSC revelam dilemas sociais que apresentam relação direta com conhecimentos e produtos científicos e tecnológicos. Assim, existe uma infinidade de QSC, a partir das quais derivam dilemas morais envolvendo as mais variadas áreas da tecnociência. Como mencionado, alguns exemplos são: a clonagem reprodutiva, os agrotóxicos, os transgênicos, a fertilização *in vitro* e as pesquisas com animais (Martínez-Pérez; Carvalho, 2012). Outros exemplos de QSC que podem ser mencionados incluem: as pesquisas com células-tronco embrionárias, a terapia gênica, a clonagem, o aborto, o xenotransplante, a eutanásia, o diagnóstico genético pré-implantação (DGPI) e o melhoramento genético humano.

Segundo Martínez-Pérez (2012), as questões sociocientíficas constituem uma possibilidade concreta de abordar as relações entre as dimensões ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, abordando aspectos da NdC, assim como o raciocínio ético-moral e os processos de tomada de decisão, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e de habilidades argumentativas, importantes para o processo de tomada de decisão. Nessa linha de raciocínio, Zeidler e colaboradores (2005) ressaltam os aspectos éticos e morais como a característica principal que distingue as QSC de outras abordagens, como a abordagem CTSA. Essa característica também é enfatizada por Guimarães, Carvalho e Oliveira (2010). Dessa forma,

O movimento QSC tem como foco empoderar os estudantes a considerar como questões baseadas na ciência e as decisões feitas em relação a elas refletem, em parte, os princípios morais e virtudes que envolvem suas próprias vidas bem como o mundo físico e social ao seu redor (Zeidler *et al.*, 2005, p. 360, tradução nossa).

A abordagem das QSC é relevante na Educação em Ciências, visto que diversas pesquisas indicam que os conceitos científicos em si não são os principais fatores determinantes na tomada de decisões sobre questões sociais que envolvem aspectos da Ciência e da Tecnologia (Sadler; Zeidler, 2004), estando envolvidos, além desses aspectos epistêmicos, diversos aspectos não epistêmicos (éticos e morais, culturais, religiosos, políticos, econômicos etc.).

A discussão de QSC na Educação em Ciências, seja no contexto da Educação Básica ou da formação de professores, contribui para a desmistificação da visão de uma ciência

supostamente neutra, salvacionista, objetiva, sem ambiguidades, cujos métodos científicos representam sempre verdades absolutas sobre o mundo. Assim, um dos objetivos das QSC é estreitar os vínculos entre a ciência e a sociedade, com o anseio de romper com a participação de apenas especialistas nas discussões científico-tecnológicas que têm implicações sociais e ambientais.

Conforme mencionado, tais questões abrangem aspectos éticos e morais. Nesse sentido, Guimarães, Carvalho e Oliveira (2010) enfatizam que uma das características das questões sociocientíficas diz respeito à consideração das consequências morais e éticas da atividade científica. Concordamos e ampliamos essa consideração para a atividade tecnológica. Assim, a resolução de questões sociocientíficas não envolve apenas conhecimentos e aplicações científicas e tecnológicas, mas também o raciocínio ético e moral. Desse modo, cabe refletir sobre a moralidade e a ética e suas relações com as questões sociocientíficas.

1.2 QSC E DESENVOLVIMENTO MORAL: NO PROCESSO DE FORMAÇÃO PARA A TOMADA DE DECISÃO

La Taille (2006) afirma que a moral está ligada à dimensão dos deveres, respondendo questionamentos do tipo: “O que deve ser feito?”. A ética, por sua vez, compreende uma reflexão filosófica ou científica sobre a moral; nesse caso, são analisadas as causas que levaram o sujeito a cumprir ou descumprir um determinado dever. Ou seja, a ética é quem avalia a ação como sendo boa ou ruim (La Taille, 2006). Assim, a educação defendida neste estudo está voltada para a formação de cidadãos, o que não se limita à compreensão de conteúdos científicos e tecnológicos, mas também para o desenvolvimento moral do sujeito (ator social). Isso pode ser alcançado com uma educação científica que tenha em sua matriz curricular a abordagem das QSC e o enfoque da dimensão ética e moral dessas questões.

A importância de se trabalhar o desenvolvimento moral dos indivíduos vem sendo assinalada em estudos como os de Jean Piaget (1994) e de Lawrence Kohlberg (1992), conforme cita Razera (2006). Esses pesquisadores, assim como em estudo de Razera e Nardi (2013), demonstraram que o desenvolvimento da criança ocorre na sua integralidade, ou seja, com o desenvolvimento da inteligência ocorrem “[...] alterações ligadas à afetividade, à socialização e também à moralidade” (Razera, 2006, p. 53). Esse estreito vínculo entre desenvolvimento moral e cognitivo reforça a relevância da abordagem de questões sociocientíficas (QSC) controversas na formação de professores de Ciências, bem como em todos os demais níveis de

ensino. Ao expor os alunos a dilemas éticos e morais e incentivá-los à reflexão, essa abordagem não só aprimora suas competências argumentativas, mas também fortalece sua sensibilidade ética – um dos pilares centrais das QSC. Nesse sentido, Sadler e Zeidler (2004) realizaram uma pesquisa que evidencia como o debate sobre QSC promove simultaneamente o raciocínio ético e a elaboração de discursos bem fundamentados, sustentando, assim, a defesa dessa prática pedagógica.

Há um número expressivo de teorias morais que podem contribuir para o processo de investigação a respeito da abordagem das questões éticas e morais no que concerne aos processos de tomada de decisão envolvendo QSC. Dentre as teorias mais citadas no campo das vertentes éticas estão: a utilitarista, a deontológica, a das virtudes e a do cuidado (Beauchamp; Childress, 2013). De acordo com Razera (2006), a Educação em Ciências deve promover tais discussões para que os atores sociais possam desenvolver percepções sobre os diferentes tipos de valores no âmbito de como são gerados e como chegam até eles por meio de diferentes discursos, enfatizando-se a importância de promover o desenvolvimento moral a partir da abordagem de QSC. Alguns estudos anteriores reforçam essa defesa (Razera, 2000; Razera; Nardi, 2001; 2003).

Por sua vez, a sensibilidade moral determina a tendência de um indivíduo reconhecer implicações morais em determinadas circunstâncias, particularmente conflituosas, conforme argumenta Sadler (2004b). Outrossim, consideramos a sensibilidade moral como um aspecto relevante na resolução de uma QSC e no processo de tomada de decisão, uma vez que, para ser possível discutir sobre uma QSC e responder a uma questão moral, implica a capacidade do indivíduo de identificar e interpretar os conflitos, bem como as implicações morais que estão presentes no debate (Muriel *et al.*, 1999 *apud* Tiriri; Nokelainen, 2011), muitas vezes de forma implícita.

Desse modo, quando refletimos a respeito da abordagem das QSC, é importante destacar o seu papel fundamental no desenvolvimento e na sensibilidade moral dos estudantes (Silva; Santos, 2014). Ainda sobre isso, outro aspecto merecedor de atenção é a capacidade argumentativa (Toulmin, 2006; Walton, 2012; Sacrini, 2016), a qual pode ser desenvolvida durante as discussões de questões sociocientíficas no processo formativo (ver Kuhn, 1991; Driver; Newton; Osborne, 2000; Santos; Mortimer; Scott, 2001; Van Eemeren; Grootendorst, 2004; Leitão, 2007; Jimenez-Aleixandre, 2007; Sá; Queiroz, 2007; Nascimento; Vieira, 2008; Sasseron; Carvalho, 2011; Mendes; Santos, 2013; Sá; Kasseboehmer, 2014; Perelman;

Olbrechts-Tyteca, 2014; Fatarelli; Ferreira; Queiroz, 2016; Almeida; Guimarães, 2019), aspecto importante para a participação na esfera pública social.

Dessa forma, Sadler (2004a) enfatiza que algumas pesquisas apontam uma melhoria significativa na qualidade da argumentação durante e após o debate de questões sociocientíficas. No entanto, ressaltamos que saber argumentar, por si só, não é suficiente para formar um cidadão crítico e reflexivo, capaz de tomar decisões e política e eticamente orientado. Isso porque o indivíduo pode construir argumentos, justificativas e defesas de pontos de vista de maneira eficaz, mas apresentar, ao mesmo tempo, defesas e opiniões moralmente incoerentes, tendenciosas e permeadas por uma narrativa preconceituosa, desprovida de empatia e responsabilidade social. Dessa forma, emergem os questionamentos: a argumentação isolada, sem uma formação ética e moral, é capaz de tornar um cidadão verdadeiramente crítico? Ou alguém assim preparado pode atuar socialmente de maneira responsável e enfrentar os conflitos éticos e morais da atualidade?

Além disso, o aspecto controverso pode ser destacado como a principal característica das QSC. De acordo com Reis (2009), essas controvérsias não se restringem aos limites do espaço acadêmico, dividindo opiniões da sociedade e estando diretamente conectadas às interações entre ciência, tecnologia e sociedade (Reis, 2009). É nesse sentido que argumentamos em defesa da potencialidade da QSC sobre a manipulação e o melhoramento genético humano, por entendermos que se trata de uma QSC controversa de interesse público, com férteis reflexões e, portanto, relevante no processo de formação cidadã.

Assim, a inserção da abordagem das QSC no ensino de Ciências, especialmente quando orientada para a formação sociopolítica, visa potencializar o desenvolvimento de uma postura crítica por parte dos estudantes. Isso implica não apenas compreender os conteúdos científicos, mas também problematizar as relações de poder, os interesses hegemônicos e os impactos sociais e ambientais associados à produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico. Desse modo, essa articulação entre o mundo científico e tecnológico e o mundo da vida, favorecida pelas QSC, pode contribuir com o desenvolvimento de habilidades reflexivas, argumentativas e éticas que são necessárias e possibilitam aos estudantes interpretar criticamente a realidade e visualizar alternativas para sua transformação, ou seja, pensar em uma nova configuração da sociedade. Dessa forma, as QSC se configuram como potente estratégia pedagógica para despertar e mobilizar o engajamento dos estudantes em processos de ação sociopolítica, entendida aqui como a capacidade de participar, intervir e tomar decisões informadas frente a problemas sociais e ambientais, visando à construção de uma sociedade

mais justa e sustentável a fim de melhorar a vida em sociedade (Hodson, 2004, 2011, 2018; Reis, 2013; Prsybyciem *et al.*, 2021). Portanto, esses autores destacam o potencial das QSC para fomentar uma educação científica comprometida com a transformação social.

Nesse contexto, compreendemos a criticidade não apenas como a capacidade de formular juízos e questionar informações, mas como um processo formativo mais complexo, que envolve a problematização das estruturas sociais, políticas e epistemológicas que sustentam a ciência e suas aplicações. Alinhados a autores como Hodson (2004, 2011, 2018), consideramos que níveis mais sofisticados de pensamento crítico requerem o reconhecimento das múltiplas vozes, dos atores sociais envolvidos, das racionalidades presentes nos debates sociocientíficos, do posicionamento ético diante de controvérsias e do engajamento ativo na transformação da realidade. Trata-se, portanto, de uma criticidade situada, histórica e comprometida com a justiça social, epistêmica e ambiental.

Assim, conforme destacam Carvalho e Lopes-Junior (2016, p. 118), o trabalho com QSC pressupõe condições didáticas e processos formativos que priorizem o exercício profissional docente, assentado

i) na defesa do diálogo como condição para o entendimento a partir de atividades coletivas, ii) na prioridade da construção de pontos de vista e da escuta de variados argumentos como bases para fundamentação de intervenções e de participações cidadãs e iii) na ampliação dos repertórios capazes de garantir negociações de significados gradativamente mais explícitas como medida de leituras críticas sobre a natureza e as fontes dos conhecimentos cotejados.

Outros estudos também apontam para as contribuições e, particularmente, os desafios na abordagem das QSC na formação de professores de Ciências (ver, por exemplo, Martínez-Pérez, 2012; Martínez-Pérez; Carvalho, 2012; Hodson, 2013; Martínez-Pérez, 2014). Nesse sentido, Hodson (2013) salienta as implicações curriculares na adoção de uma abordagem centrada em QSC na Educação em Ciências, sendo elas, respectivamente: 1) a necessidade de fornecer conhecimento científico de forma oportuna, levando em consideração a complexidade e a multidimensionalidade das situações do mundo real, assim como as restrições de contextos específicos de problemas; 2) a importância da compreensão da natureza da ciência, incluindo a linguagem e a forma da argumentação científica; 3) a urgência de melhorar os níveis de habilidades de leitura crítica e alfabetização midiática; 4) a discussão das ansiedades, problemas e dificuldades que os professores podem enfrentar ao envolver os alunos em debates em sala de aula e lidar com questões controversas, que envolvem dimensões éticas; a preparação dos

professores para lidar com discussões em sala de aula, ao envolver alunos no debate dessas questões, incluindo a possibilidade de ampliar a participação dos alunos na ação sociopolítica; e 5) o apelo aos professores para que estejam preparados e confiantes em oferecer uma Educação em Ciências mais alinhada à realidade do século XXI. Portanto, suas reflexões sugerem a relevância de preparar os estudantes para lidar com questões controversas e desafiadoras, representando um desafio para a formação de professores, que precisam abordar questões sociocientíficas e socioambientais, bem como os conflitos e contradições da contemporaneidade.

Tendo como ponto de partida as situações atuais – reflexo da modernidade e das frágeis relações humanas que temos vivenciado, como os avanços e efeitos da tecnociência movidos pelo capital, por guerras, pela pandemia, entre outros aspectos –, torna-se urgente repensar a formação para promover o exercício pleno da cidadania, voltada para os direitos humanos, a justiça social e ambiental e o estabelecimento de relações mais respeitadas e positivas.

Nessa linha de raciocínio, Uzel (2020) argumenta em defesa da formação de cidadãos globais ao destacar que essa formação foi incluída nos objetivos do século XXI no contexto dos sistemas educacionais atuais de vários países. Assim, conforme explicita a autora, os objetivos passam a abranger um nível mais global, em vez de se manterem restritos a objetivos locais, em que apenas as necessidades particulares de cada nação são consideradas. Isso ocorre devido ao cenário mundial atual exigir posturas e decisões em nível global. Partilhamos da preocupação da autora e concordamos que a formação para uma cidadania global tem se tornado cada vez mais urgente, devendo ser considerada, uma vez que diversas aplicações e ações locais desafiam sua natureza por terem efeitos globais.

Embora enfatizemos a importância de uma formação voltada para a cidadania global, é fundamental esclarecer que isso não implica a desvalorização das dimensões local e nacional. Ao contrário, reconhecemos que os contextos locais e nacionais são indispensáveis na construção da identidade cidadã, pois é neles que se materializam as vivências, os conflitos, as decisões políticas e as práticas sociais que moldam a experiência concreta dos agentes sociais. A defesa da cidadania global, nesse sentido, não substitui, mas amplia e articula essas esferas, ao reconhecer que muitas das decisões tomadas no âmbito local possuem repercussões globais e que desafios planetários, como os ambientais e biotecnológicos, exigem a formação de atores sociais capazes de agir com responsabilidade em múltiplas escalas.

De acordo com Linhares e Reis (2018), considerando o cenário internacional, a Unesco (2015) introduz o conceito de cidadania global como decorrência do cenário atual em que

vivemos, caracterizado pela globalização. Dessa forma, evoca-se um sentimento de conexão e pertencimento a uma comunidade mais abrangente, no qual a ênfase recai sobre a interligação nos âmbitos político, econômico, social e cultural, assim como o diálogo entre o local, o nacional e o global. Nesse contexto, é fundamental formar cidadãos bem informados e críticos, socialmente conectados com responsabilidade e respeito à diversidade, além de eticamente responsáveis e envolvidos.

De acordo com Uzel (2020), a importância do caráter e dos valores esperados dos cidadãos globais tem aumentado. Em seu estudo, Uzel (2020) investigou a mudança no caráter e nos valores dos futuros professores de Biologia como cidadãos globais treinados com um programa de Questões Sociocientíficas. Os resultados da pesquisa mostram que a abordagem de Questões Sociocientíficas contribuiu para uma melhora na visão de mundo ecológica dos futuros professores de Biologia, melhorou a responsabilidade sociocientífica e o caráter e os valores da compaixão social e moral. Além disso, a autora afirma que foi possível evidenciar características dos futuros professores, como empatia, ação, produção de soluções e percepção de diferentes perspectivas.

No estudo de Lee (2022), é enfatizado que, para abordar de modo eficaz as questões sociocientíficas, os professores de Ciências necessitam adquirir um certo nível de conhecimento pedagógico do conteúdo para o ensino de QSC. Os resultados desse estudo indicam que os professores de Ciências em formação tendem a valorizar o conhecimento pedagógico do conteúdo para o ensino de QSC, embora enfrentem diversos desafios, tanto pedagógicos quanto epistemológicos. Entre as principais preocupações relatadas pelos participantes, sobressaem as dificuldades em conciliar o cumprimento do currículo nacional de Ciências com as demandas dos estudantes, bem como a complexidade de evidenciar a natureza da ciência e da tecnologia por meio dos cenários das QSC trabalhadas. Tais desafios revelam-se fortemente interligados às especificidades das Questões Sociocientíficas, exigindo dos futuros docentes esforços para articular, de forma crítica e reflexiva, os conteúdos curriculares, as expectativas formativas e as implicações epistemológicas envolvidas na abordagem dessas temáticas.

Ainda no teor dessas discussões, Lee e colaboradores (2012a) argumentam que aspectos como caráter e valores são as bases essenciais que servem como pontos de referência nos quais os indivíduos podem apoiar a tomada de decisão e agir de forma responsável sobre QSC globais. Além disso, no estudo supracitado, ao investigarem até que ponto professores de Ciências em formação possuíam caráter e valores na condição de cidadãos globais, a partir do uso de QSC variadas (utilização da geração de energia nuclear, alterações climáticas e investigação de

células-tronco embrionárias), foi mostrado que, embora os participantes mencionados expressassem três elementos-chave de caráter e valores (visão de mundo ecológica, responsabilidade sociocientífica e compaixão social e moral), não eram capazes de aplicar princípios morais consistentes e apresentavam perspectivas globais limitadas. Isso ocorre pois, segundo enunciam os autores, apesar de abordarem as QSC com emoção e simpatia, não se identificavam como agentes morais importantes com potencialidade para resolver de modo ativo questões sociais de grande magnitude. Portanto, dentre outros aspectos levantados nessa pesquisa, está a proposição de que a abordagem das QSC pode contribuir com o raciocínio sociocientífico, incluindo o reconhecimento da complexidade das QSC.

Dito isso, na presente pesquisa, considerando a importância das discussões baseadas em problemas atuais da bioética, decorrentes da biotecnologia, na Educação em Ciências, a QSC escolhida é Manipulação e Melhoramento Genético Humano (e a possibilidade de uma nova forma de eugenia). Com os avanços das técnicas de Engenharia Genética, partimos dos seguintes questionamentos: a manipulação com a finalidade de melhoramento genético humano é moralmente aceitável? Quais são os seus dilemas éticos e morais? Seria considerada ainda uma nova forma de eugenia? Qual a retórica determinista presente em seus pressupostos? Como a retórica do determinismo genético, bem como nossas experiências de vida, interfere na nossa compreensão dos limites éticos dessa aplicação tecnocientífica? Deveríamos estar buscando uma “perfeição” da vida humana? Até onde deveríamos avançar na edição genética humana e quais limites deveríamos traçar? Quem tem ou deveria ter o controle da vida?

Tais questionamentos se apresentam como urgentes ao passo que acompanhamos o desenvolvimento cada vez mais corrente e “sofisticado” das técnicas de edição genética e suas possíveis aplicações em seres humanos. Essas técnicas, que se apresentam, ao menos em um primeiro momento, como uma solução científico-tecnológica, especialmente no tratamento e prevenção de doenças genéticas em humanos, também se colocam como possibilidade concreta de mercantilização e instrumentalização da vida humana, abrindo “brechas” para possíveis práticas com fins eugênicos.

1.2.1 Moralidade e julgamento moral: tessituras conceituais e reflexões no campo da filosofia moral

Conforme argumenta Hodson (2018), a discussão sobre QSC não se restringe a questões a respeito do que nós ‘podemos’ ou ‘poderíamos’ fazer, mas também abrange questões sobre

qual é a decisão ‘certa’ e o que ‘devemos’ fazer, considerando, portanto, alguns aspectos centrais das dimensões éticas e morais. Essas questões são acentuadas com o desenvolvimento científico e tecnológico mais recente, particularmente na área da Biologia Molecular e da Genética. Desse modo,

Os desenvolvimentos recentes na biotecnologia, por exemplo, levantam muitas questões e preocupações importantes sobre se determinadas linhas de pesquisa devem ser permitidas. Um indivíduo com uma condição genética incapacitante deveria estar apto a ser submetido à terapia gênica, utilizando o material a partir de células-tronco embrionárias? Os testes genéticos pré-natais deveriam estar prontamente disponíveis e o aborto seletivo de um feto com uma doença genética deveria ser permitido? Os pais já podem escolher o sexo e seu filho; em breve, poderá ser possível isolar e remover genes que aumentam a probabilidade de esquizofrenia, obesidade, alcoolismo, Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e de uma série de condições letais ou incapacitantes. Esta engenharia genética deveria ser permitida? Talvez seja possível, em breve, para os futuros pais, escolher a cor do cabelo e dos olhos de uma criança ou selecionar quaisquer outras características que considerem desejáveis. Estas ações iriam colocar valor em um tipo de pessoa em detrimento de outro – isto é, uma intenção eugenista clara. Isso deve ser permitido? Deve haver restrições sobre o trabalho de Craig Venter, que desloca o foco da leitura de um código genético para escrever um código genético – isto é, não apenas modificar um organismo já existente para garantir “características mais favoráveis”, mas construir um totalmente novo (Hodson, 2018, p. 41-42).

As reflexões e os questionamentos elucidados acima nos apresentam a alguns dos dilemas éticos e morais enfrentados a partir dessas “inovações” do campo da biotecnologia que vêm sendo apresentadas como promessas e “soluções” sem a devida consideração das implicações éticas e morais. À medida que os adventos científico-tecnológicos progridem e são atrelados aos interesses do capital, novos riscos emergem. Portanto, embora apresentem diversos artefatos e aplicações com potenciais benéficos para a saúde e a qualidade de vida, novas perspectivas e aplicações exigem reflexões mais profundas. Conforme é defendido por Hodson,

Determinar a resposta certa (o que nós devemos fazer) levanta questões e preocupações sobre a moralidade (o que é certo ou errado fazer) e a ética (as razões e justificativas para julgar essas ações como certas ou erradas). Eu certamente não estou argumentando que os estudantes devam seguir um curso rigoroso de filosofia moral, não mais do que eu defenderia quanto à promoção de uma moralidade baseada em uma religião em particular ou em um conjunto de leis e precedentes culturais, mas eu defendo que eles sejam equipados com algumas ferramentas intelectuais para enfrentar e resolver questões polêmicas, que não podem ser resolvidas unicamente por considerações científicas,

econômicas ou ambientais. No mínimo, os estudantes precisam de algum conhecimento básico acerca do egoísmo, das noções consequencialistas (incluindo o utilitarismo), da ética deontológica, da teoria do construto social (ou teoria do contrato social) e da ética das virtudes (2018, p. 42).

Nesse sentido, a compreensão sobre alguns aspectos valorativos e morais que surgem do campo da Filosofia Moral, a partir das principais teorias éticas, pode contribuir com a reflexão sobre aspectos morais e valorativos que estão inclusos em questões sociocientíficas dessa área pelos estudantes, particularmente no contexto da formação inicial de professores de Ciências e Biologia. Conforme argumenta Sandel (2021b), refletir sobre dilemas nos ajuda a enxergar com mais clareza como questões morais podem surgir em nossas vidas, tanto individualmente quanto como parte de uma sociedade. Desse modo, ele alega que a vida em sociedade é repleta de divergências entre o que se considera certo e errado, entre justiça e injustiça. Um exemplo disso é a discussão sobre o direito ao aborto – que algumas pessoas defendem, enquanto outras o consideram crime.

Neste estudo, centraremos nossa análise nas contribuições do campo da Filosofia Moral. Contudo, cabe expor brevemente, a título de conhecimento, algumas contribuições e reflexões do campo da Psicologia Moral, de modo a ampliar nossos repertórios e compreensões das dimensões morais. À vista disso, Yves de La Taille (2006) destaca a diversidade teórica existente no campo da Psicologia Moral; por esse motivo, argumenta que ao fenômeno da moralidade foram e continuam sendo atribuídas diferentes interpretações psicológicas, destacando como problema central desse campo a compreensão das relações entre razão e afetividade.

Desse modo, é possível citar quatro abordagens representativas da Psicologia Moral: a de Émile Durkheim, a psicanálise de Sigmund Freud e as abordagens construtivistas de Jean Piaget e Lawrence Kohlberg. As duas primeiras abordagens evidenciam a dimensão afetiva dos comportamentos morais; contudo, não definem um conteúdo exato para a moral. Cabe destacar, entretanto, que tanto Freud quanto Durkheim não desprezam o papel importante e emancipador da razão. Por sua vez, as outras duas abordagens enfatizam a dimensão racional da moral, assimilando-a a princípios de igualdade, reciprocidade e justiça, tendo como principal contribuição a continuidade e o avanço dos estudos de Piaget sobre o julgamento moral em crianças, por Kohlberg, com a formulação de sua teoria dos níveis de desenvolvimento moral (La Taille, 2006).

Kohlberg propôs que o desenvolvimento moral do indivíduo se dá em diferentes estágios percorridos desde a infância até a idade adulta. Esses estágios foram agrupados em três categorias de raciocínio moral (níveis): pré-convencional, convencional e pós-convencional. Para ele, cada um desses níveis está associado a estágios cada vez mais complexos de desenvolvimento moral. Em suas considerações, sugere que os indivíduos avançam por esses estágios seguindo uma ordem fixa e que o entendimento moral está estreitamente relacionado ao desenvolvimento cognitivo (Biaggio, 2006; La Taille, 2006; Haidt, 2020).

Embora seja importante a contribuição dos estudos de Piaget e Kohlberg sobre desenvolvimento moral, algumas críticas foram apontadas. Um exemplo é a crítica feita pela psicóloga Carol Gilligan, que alegou que Kohlberg universalizou padrões de desenvolvimento moral identificados em meninos, desconsiderando padrões diferentes característicos das meninas, indicando diferenças de gênero nesse processo. Outras críticas dizem respeito à limitação de seus estudos quanto à distribuição geográfica e de outros contextos. Portanto, essas críticas apontam para a necessidade de uma abordagem mais ampla e diversa em estudos sobre desenvolvimento moral, considerando diferentes culturas, contexto socioeconômico e gênero, que possam refletir a complexidade da diversidade humana em relação à moralidade. Outras críticas mais particulares à sua teoria consistem no fato de que o raciocínio moral (saber o que deveria ser feito) não implica necessariamente um comportamento moral. Além disso, pessoas de culturas diferentes podem apresentar perspectivas morais diferentes, não previstas em sua teoria. Ademais, sua teoria enfatiza aspectos de justiça e racionalidade, enquanto outros fatores, como emoções (empatia, cuidado, compaixão etc.), que podem influenciar no raciocínio moral, são menos enfatizados (Gilligan, 1982; La Taille, 2006; Haidt, 2020).

Na perspectiva de Frankena (1981), é possível distinguir entre juízo de valor moral, juízo de valor não moral e julgamento moral. O termo juízo de valor consiste em qualquer avaliação atribuída a um objeto, ação ou situação, podendo referir-se tanto a dimensões morais quanto não morais. O juízo de valor moral refere-se a avaliações que dizem respeito ao que é certo ou errado, justo ou injusto, bom ou mau sob a ótica ética, como ao afirmar que “discriminar uma pessoa por sua cor de pele é errado”. Já o juízo de valor não moral envolve avaliações que não se baseiam em critérios éticos, mas em preferências, utilidades ou critérios técnicos, estéticos ou econômicos, como dizer que “este carro é mais bonito que aquele” ou que “este celular é mais rápido”. Por exemplo, considerar que uma técnica de edição genética é “inovadora” ou “eficiente” representa um juízo de valor de natureza não moral, pois se baseia em critérios técnicos ou funcionais, sem necessariamente envolver uma reflexão ética.

O julgamento moral, por sua vez, consiste no ato de decidir, diante de uma situação concreta, se algo é certo ou errado, justo ou injusto, fundamentando-se em princípios e critérios morais (Frankena, 1981). Por exemplo, ao analisar um caso de manipulação genética de embriões, um professor pode concluir que “a técnica deve ser usada apenas para prevenir doenças graves, e não para fins estéticos”, após ponderar valores como dignidade da vida, justiça social e possíveis consequências éticas e sociais. Nesse sentido, afirmar que uma prática de manipulação genética é “injusta” por acentuar desigualdades sociais ou “moralmente correta” por evitar sofrimento humano são exemplos de julgamentos morais. Nessa perspectiva, todo julgamento moral é um juízo de valor, mas nem todo juízo de valor possui caráter moral.

De modo a direcionar nosso olhar para o campo da Filosofia Moral, iniciemos com um dilema bem conhecido, o “dilema do bonde”. Nesse dilema, a única forma de impedir que um bonde descontrolado cause a morte de cinco pessoas é empurrar uma pessoa de uma ponte para os trilhos. A partir desse dilema, localizam-se discussões relativamente antigas, nas quais os filósofos tendem a discordar se é aceitável causar dano a uma pessoa com a intenção de ajudar ou salvar a vida de várias outras. A perspectiva filosófica utilitarista (utilitarismo) defende que é preciso sempre buscar alcançar o maior bem possível, ainda que algumas pessoas sofram no caminho. Partindo dessa perspectiva, no dilema mencionado, considerando que não haja outro meio, não seria “errado” sacrificar uma pessoa para salvar as cinco pessoas no bonde (Haidt, 2020). Por outro lado, outros filósofos entusiastas da perspectiva filosófica deontológica (deontologia) acreditam e defendem que temos o dever e a obrigação de respeitar os direitos dos indivíduos. Portanto, mesmo com a intenção moral de salvar vidas, não devemos prejudicar pessoas para salvar as cinco pessoas no exemplo dilemático mencionado (Haidt, 2020).

No campo da Filosofia Moral, há três abordagens principais (vertentes éticas) para atribuir valor moral às ações, são elas: a ética deontológica, a ética utilitarista e a ética das virtudes. Inicialmente, focaremos nas duas primeiras. O utilitarismo, formulado por Jeremy Bentham e John Stuart Mill na Inglaterra entre os séculos XVIII e XIX, é considerado a principal vertente do consequencialismo. Esta corrente filosófica contrapõe-se à deontologia ao sugerir que o valor de uma ação deve ser avaliado com base em suas consequências, e não em uma análise da ação em si ou de um princípio definido a priori (Rachels; Rachels, 2013; Sandel, 2021b). Em outras palavras, se uma ação resulta em consequências que consideramos positivas, ela é boa; caso contrário, é ruim. Portanto, são consideradas éticas as ações que promovem o maior bem ou felicidade para o maior número de pessoas (Bentham, 2000; Sandel, 2021b). Segundo as reflexões de Nunes-Neto e Conrado (2021), essa perspectiva sobre o valor da ação

é bastante intuitiva, pois tendemos a acreditar que os resultados de uma ação ou situação determinam se ela é boa ou ruim.

No entanto, ao avaliar ações pelas suas consequências, surge a questão de como determinar se uma consequência é boa ou ruim (Frankena, 1981; Rachels; Rachels, 2013; Sandel, 2021b; Nunes-Neto; Conrado, 2021). O utilitarismo responde a isso por meio do princípio da utilidade, ou o princípio da maior felicidade, como fundamento da moral (Bentham, 2000; Mill, 2001; Rachels; Rachels, 2014), sustentando “[...] que as ações são corretas na medida em que elas tendem a promover a felicidade e erradas na medida em que elas tendem a produzir o inverso da felicidade” (Rachels; Rachels, 2014, p. 42). Essa ideia principal que fundamenta a teoria utilitarista, bem como o entendimento de felicidade, pode ser verificada nas palavras de Mill (2001, p. 10), ao assinalar que

[...] como fundamento da moral, utilitário ou o princípio da maior felicidade, afirma que ações são corretas na proporção de como elas tendem a promover a felicidade, erradas, quando elas tendem a produzir o inverso da felicidade. Por felicidade é designado prazer e a ausência da dor; por infelicidade, dor e a privação de prazer (tradução nossa).

Dessa forma, uma ação é considerada boa se maximiza o bem, como o prazer e a alegria, e/ou minimiza o mal, como a dor e o sofrimento, para o maior número de pessoas envolvidas. Assim, se uma ação gera consequências benéficas para a maioria dos afetados, ela é positiva; quando o inverso ocorre ou beneficia apenas uma minoria, a ação não deve ser praticada. Portanto, na perspectiva utilitarista, o valor da ação é determinado a posteriori, ou seja, pelas suas consequências, e não pela ação em si (Nunes-Neto; Conrado, 2021).

Sandel (2021b, p. 63) reflete sobre duas objeções ao princípio da “maior felicidade” de Bentham. Em suas palavras: “[...] ele não atribui o devido valor à dignidade humana e aos direitos individuais e reduz equivocadamente tudo que tem importância moral a uma única escala de prazer e dor”. Mill buscou responder a essas objeções, em última instância, ao afirmar que “O que acontece com os direitos individuais acontece também com os prazeres mais elevados”, considerando que os prazeres mais elevados não são tidos como “maiores” porque são a nossa preferência, mas nós os preferimos ao reconhecermos que são mais elevados. De tal modo, “Não consideramos *Hamlet* uma grande obra de arte porque a preferimos às diversões mais simples, e sim porque ela exige mais de nossas faculdades e nos torna mais plenamente humanos” (Sandel, 2021b, p. 71). Assim, Sandel (2021b) afirma que Mill “salva” o utilitarismo

da acusação de reduzir tudo à medida de prazer e dor, embora esse feito se dê apelando para um ideal moral de dignidade e personalidade humana que transcende a própria utilidade.

Contudo, o problema da maximização da felicidade ainda é questionado por muitos filósofos, particularmente deontológicos, conforme enunciado por Sandel (2021b, p. 138): “Kant repudia o utilitarismo. Ao basear direitos em um cálculo sobre o que produzirá a maior felicidade, argumenta ele, o utilitarismo deixa esses direitos vulneráveis”. Além disso, ele reflete que um problema mais grave é a tentativa de tomar como base para os princípios morais os desejos e vontades pessoais, abordagem que ele considera equivocada da moral. Desse modo,

Kant afirma que a moralidade não deve ser baseada apenas com considerações empíricas, como interesses, vontades, desejos e preferências que as pessoas possam ter em um determinado momento. Esses fatores são variáveis e contingentes, diz ele, e dificilmente poderão servir como base para princípios morais universais – como direitos humanos universais (Sandel, 2021b, p. 139).

Por sua vez, destacamos a ética deontológica, comumente conhecida como ética kantiana, devido ao seu principal sistematizador, Immanuel Kant. A palavra deontologia deriva do termo grego “*deon*”, que significa “obrigação, dever” (Haidt, 2020). Essa perspectiva ética foca na ação ou em princípios que orientam a ação; por esse motivo, também pode ser chamada de principialismo. Em uma de suas obras mais difundidas, *Fundamentação da metafísica dos costumes*, também escrita como uma incisiva crítica ao utilitarismo (Sandel, 2021b), Kant (2012) apresenta o que ele denominou por imperativo categórico, sendo este o principal critério de atribuição de valor moral às ações na ética deontológica. Esse imperativo diz: “Age apenas segundo a máxima pela qual possas ao mesmo tempo querer que ela se torne uma lei universal” (Rachels; Rachels, 2013, p. 139). Portanto, esse princípio fornece um modo de julgar se um ato é moralmente aceitável. Conforme esclarecem Rachels e Rachels,

Quando você está pensando em fazer alguma coisa, pergunte que regra você seguiria se você realmente fizesse aquilo. Essa regra será a “máxima” do seu ato. Então pergunte se você está querendo que a sua máxima se torne uma lei universal. Em outras palavras, você permitiria que a sua regra fosse seguida por todas as pessoas durante todos os tempos? Se sim, então a sua máxima é acertada e a sua ação é aceitável. Mas, se não, então a sua ação é proibida (2013, p. 139).

Kant ainda defendia que nossos comportamentos e ações deveriam ser guiados por leis universais, aplicáveis em quaisquer situações. Um exemplo disso é um dos argumentos de Kant

sobre mentir, partindo da consideração de regras contra a ação de mentir, algo que gerava fortes sentimentos em Kant. Para ele, mentir, independentemente da circunstância, é a destruição da própria dignidade humana. Desse modo, seu principal argumento está no imperativo categórico. Para Kant, não é desejável ter uma lei universal que nos permita mentir, pois, ao se tornar comum, essa ação afetaria a confiança das pessoas umas nas outras. Portanto, para ele, mentir é algo que não deve ser permitido (Rachels; Rachels, 2013).

Ao apresentarem tal argumento, Rachels e Rachels (2013, p. 140) evidenciam uma falha nele. Os autores apresentam o seguinte exemplo: “Suponha que seja necessário mentir para salvar a vida de alguém. Você deveria fazer isso?”. A partir do raciocínio de Kant, devemos praticar ações somente se elas forem desejáveis como regras universais. Assim, mentir, mesmo nessa situação apresentada, implicaria seguir uma regra que permite mentir, e, ele argumenta, essa ação não poderia se tornar universal porque seria autodestrutiva; as pessoas passariam a não confiar umas nas outras. Portanto, não seria correto mentir.

Essas reflexões apontadas pelos autores nos permitem compreender melhor as potencialidades e as limitações das aplicações dessa perspectiva ética, ao passo que o domínio moral das ações é influenciado por diversos aspectos (sociais, culturais, políticos, econômicos, circunstanciais, etc.), os quais, muitas vezes, parecem desafiar a possibilidade de algumas regras se tornarem universais. O senso comum sugere que há algumas mentiras que não causam danos. Além disso, ajuda a refletir sobre a formulação do raciocínio informal (Rachels; Rachels, 2013). Vejamos o que os autores enunciam:

Embora Anscombe concorde com a conclusão de Kant, ela muito rapidamente apontou um erro no seu raciocínio. A dificuldade reside ao passo (b) [se você fosse mentir, você estaria seguindo a regra “É permitido mentir”]. Por que nós devemos dizer que, se você mentiu, você estava seguindo a regra “é permitido mentir”? Talvez, a sua máxima pudesse ser: “Eu mentirei para salvar a vida de alguém”. *Tal* regra não seria autodestrutiva. Ela poderia se tornar uma lei universal. Assim, em razão da própria teoria de Kant, seria totalmente correto para você mentir. Desse modo, a crença de Kant de que mentir é sempre errado não parece ser apoiada pela sua própria teoria moral (Rachels; Rachels, 2013, p. 140).

Ainda segundo os autores supracitados, um julgamento moral pressupõe boas razões; assim, deve haver boas razões para fazermos ou não algo (Rachels; Rachels, 2013). As contribuições de Kant para a Filosofia Moral são incontestáveis; contudo, algumas inconsistências ou desafios são apontados a partir da sua consideração, em sua teoria, de regras morais absolutas. Como exploram os autores, o ponto crítico consiste na defesa de Kant de que

“se você aceita quaisquer considerações como razões em um caso, você tem que também aceitá-las em outros casos” (Rachels; Rachels, 2013, p. 144, grifo dos autores).

Por sua vez, La Taille (2006, p. 23) argumenta que, embora as críticas feitas por Kant sobre a razão prática não possam ser ignoradas, isso não quer dizer que todos concordem com elas, mas que fazem parte do “nosso universo moral”. Na busca por entender as dimensões intelectuais e afetivas da moralidade, afirma ainda que, entre as várias objeções possíveis de serem feitas a Kant, a de seu interesse é: “como pode a razão ser fonte energética da ação? Como pode ela ter poder motivador?”, lançando esse questionamento como reflexão às perspectivas que consideram apenas, ou em maior ênfase, a dimensão da razão nas decisões e em julgamentos morais.

Por outro lado, a formulação do imperativo categórico, amplamente conhecida como a mais famosa, é sintetizada da seguinte maneira: todos devem ser tratados como um fim em si mesmos (Kant, 2012). Em outras palavras, uma ação é considerada correta se está alinhada com o imperativo categórico e incorreta quando o contrário ocorre. É importante destacar que o imperativo categórico visa proteger todos os seres humanos de danos físicos ou psicológicos causados por outros indivíduos. Dessa forma, Kant concebe que o respeito à dignidade exige que tratemos as pessoas apenas como fins em si mesmas (Kant, 2012; Sandel, 2021b). Portanto, para ele, o valor moral de uma ação não está em suas consequências, mas na intenção com que se realiza a ação. Assim, o motivo que atribui o valor moral a uma ação é o dever/obrigação, o que, para Kant, é considerado como fazer a coisa certa (Sandel, 2021b). Conforme afirmam Nunes-Neto e Conrado (2018), a perspectiva moral deontológica apresenta um caráter racional além de uma aproximação com as leis, uma vez que as leis jurídicas se constituem em princípios orientadores das ações. Diferentemente da perspectiva moral utilitarista, enfatiza um critério a priori, ou seja, que antecede a ação.

Outra vertente ética que merece atenção é a ética das virtudes. Cabe, inicialmente, apresentar um aspecto particular que a distingue das vertentes éticas mencionadas anteriormente. A partir do século XX, uma terceira abordagem significativa sobre o fenômeno moral começou a emergir, contrastando e desafiando simultaneamente as duas perspectivas anteriormente apresentadas. Essa abordagem, conhecida como ética das virtudes, centra-se não no ato em si, mas no indivíduo que o realiza, enfatizando a natureza e o caráter do agente por trás das ações, em vez de se concentrar exclusivamente na bondade do ato (Zingano, 2013).

Desse modo, conforme discutido, o critério para a atribuição de valor moral à ação, seja ela uma ação a ser realizada ou a ser evitada, difere a depender dessas três abordagens éticas

(Bonjour; Baker, 2010; Nunes-Neto; Conrado, 2021). Essas principais abordagens éticas são capazes de identificar o valor moral, baseando-se: nas disposições de caráter do agente, o caso da ética das virtudes; nos tipos de ação do agente, como na ética deontológica; e nas consequências da ação do agente, como na ética teleológica ou consequencialista, a exemplo do egoísmo ético e da ética utilitarista (Costa, 2002). Portanto, como fica evidente, diferentemente das vertentes éticas deontológica e utilitarista, a ética das virtudes foca a sua atenção não nas ações, mas no caráter do agente. Como assinala Zingano (2013, p. 31), “[...] o agente precisa refinar a sua sensibilidade moral para poder, em cada situação em que se encontra, perceber qual é a resposta moral adequada a ela”.

A ética das virtudes, sistematizada no Ocidente por Aristóteles no século IV a.C., enfatiza as qualidades essenciais para uma conduta correta (boa) e, principalmente, para uma vida plena. Segundo Aristóteles, as virtudes, ou *areté* (termo grego que também significa excelência humana ou moral), podem ser desenvolvidas por meio da educação, através do treino e da formação de hábitos sólidos (Pojman; Fieser, 2012; Zingano, 2013; Nunes-Neto; Conrado, 2021). Desse modo, a ética das virtudes leva em consideração os traços positivos de caráter, conhecidos como virtudes, que são disposições comportamentais adquiridas que levam a ações moralmente boas. Em contraste, os traços negativos são vistos como vícios, ou seja, padrões de comportamento desenvolvidos que resultam em atos moralmente injustos (Pojman; Fieser, 2012). Nas palavras de Aristóteles (2011, p. 22): “Com efeito, as coisas que temos de aprender antes de poder fazê-las, aprendemo-las fazendo; por exemplo, os homens tornam-se arquitetos construindo e tocadores de lira tangendo esse instrumento. Da mesma forma, tornamo-nos justos praticando atos justos, e assim com a temperança, a bravura, etc.”. Portanto, as virtudes são adquiridas com a prática, que se repete na forma de hábito. Além disso, as virtudes não são intrinsecamente boas ou más, mas estão conectadas ao cumprimento do papel do indivíduo no cosmos: “[...] a virtude do homem será, portanto, a disposição de caráter que o torna virtuoso e o capacita a exercer adequadamente sua função” (Aristóteles, 2011, p. 28).

Aristóteles, enquanto principal expoente dessa vertente, argumentava que o desenvolvimento de um caráter virtuoso era essencial para agir de forma correta, possibilitando ao indivíduo praticar o bem. Assim, para possuir uma moral ideal, é necessário cultivar uma variedade de virtudes, garantindo que a pessoa não só realize ações corretas, mas também possua as disposições, motivações e emoções adequadas para agir corretamente. As virtudes são consideradas excelências de caráter e se dividem em dois grupos: 1) Virtudes morais, como honestidade, benevolência, justiça e lealdade; e 2) Virtudes não morais, como coragem,

racionalidade, autocontrole e paciência (Pojman; Fieser, 2012). Segundo essa perspectiva ética, a questão “O que devo fazer?” ou “Qual a coisa certa a se fazer?” deve ser respondida com base nas ações que um agente virtuoso realizaria (Bonjour; Baker, 2010; Beckert, 2012; Nunes-Neto; Conrado, 2021). Nesse sentido, cabe questionarmos, a partir das considerações de Nunes-Neto e Conrado (2021, p. 10):

[...] quais seriam os agentes virtuosos que poderíamos tomar como exemplos de comportamentos? Além de nós mesmos, em momentos de nossas vidas em que agimos com virtudes, ou de pessoas próximas a nós, as quais consideramos exemplares, é comum que se recorra a exemplos paradigmáticos de agentes virtuosos, como Jesus de Nazaré, Buda Shakyamuni, Nelson Mandela, Mahatma Gandhi, entre tantos outros seres humanos reconhecidos por suas virtudes excepcionais.

Ao contrário das teorias éticas normativas, especialmente a deontológica, que se fundamentam fortemente na ideia de dever, a ética das virtudes concentra-se nos hábitos, sentimentos, intuições e traços de caráter do agente moral. Nessa perspectiva, as decisões não se baseiam meramente em obrigações, mas se sustentam no sentimento de empatia e na comoção que orienta a ação de um agente virtuoso. Em outras palavras, a ênfase recai sobre a formação de um caráter ético, capaz de agir de acordo com princípios internalizados, ao invés de seguir regras impostas externamente (Zingano, 2013; Nunes-Neto; Conrado, 2021).

A ética das virtudes adota uma perspectiva particularista, enfatizando a singularidade de cada situação moral, de modo que nenhuma circunstância pode ser reduzida a uma regra geral. Dessa forma, o agente moral emerge como o critério central para determinar como agir eticamente, pois sua capacidade de discernir o certo do errado é essencial para a tomada de decisões. Essa abordagem exige que o agente desenvolva uma percepção moral refinada, capaz de captar, em contextos variados, qual a decisão ética apropriada. Ao navegar pela complexa rede de relações humanas, o indivíduo se torna apto a julgar, com base em uma escala essencialmente humana, o que deve ou não ser feito, fundamentando suas ações não apenas em deveres, mas em traços de caráter, sentimentos e intuições (Zingano, 2013). Diante disso, defendemos, assim como Nunes-Neto e Conrado (2021), uma perspectiva ética baseada em virtudes, a qual se alinha com as intenções e a tese defendida nesta pesquisa.

Alguns exemplos práticos aplicados na atualidade seriam: (a) perspectiva utilitarista: implementar um programa de vacinação em massa. Mesmo que a campanha possa ocasionar efeitos colaterais leves em alguns indivíduos, ela visa salvar um grande número de vidas e maximizar o bem-estar coletivo (A decisão é tomada com base na maximização dos benefícios

para a sociedade, mesmo que haja riscos para uma pequena parcela da população); (b) perspectiva deontológica: manter obrigatoriamente a confidencialidade dos dados dos pacientes, mesmo que revelar essas informações pudesse gerar benefícios para a saúde pública (A ação seria moralmente inaceitável, pois viola um princípio universal de respeito à privacidade e à dignidade humana); (c) perspectiva das virtudes: agir com honestidade e responsabilidade na divulgação de resultados científicos. Isso implica que, ao publicar pesquisas, o agente moral deve buscar promover o conhecimento e o bem comum com integridade, equilibrando o rigor científico com a empatia e a prudência na comunicação dos dados. No Quadro 1, a seguir, com o objetivo de destacar os elementos característicos de cada uma das três vertentes éticas abordadas, apresentamos uma sistematização de alguns desses aspectos.

Quadro 1 - Síntese e caracterização das principais teorias éticas normativas

Aspecto	Perspectivas Éticas		
	Utilitarista	Deontológica	das Virtudes
Origem	Jeremy Bentham, John Stuart Mill	Immanuel Kant	Aristóteles
Critério central	<i>Consequências</i> : a moralidade depende da capacidade de uma ação de maximizar a felicidade e minimizar o sofrimento para o maior número de pessoas.	<i>Intenção e dever</i> : a moralidade está no cumprimento de princípios éticos universais e no respeito à dignidade humana.	<i>Caráter e virtudes</i> : a moralidade consiste em agir conforme virtudes como prudência, coragem e justiça, buscando excelência e <i>eudaimonia</i> ⁸ .
Julgamento moral	<i>Baseado nos resultados</i> : avalia o impacto das ações (consequências) no bem-estar coletivo.	<i>Baseado na intenção</i> : considera se a ação foi motivada pelo cumprimento do dever, independentemente dos resultados.	<i>Baseado no caráter virtuoso</i> : julga se a ação reflete sabedoria prática e virtude.
Processo de decisão	Calcula custos e benefícios para determinar a ação que maximiza o bem-estar.	Verifica se a ação respeita regras universais e trata pessoas como fins.	Reflete sobre o que uma pessoa virtuosa faria em busca da excelência moral.
Motivação ética	Promover felicidade e reduzir sofrimento geral.	Agir pelo dever moral, sem considerar benefícios pessoais.	Agir com virtude para alcançar a excelência humana e a boa convivência.

⁸ Eudaimonia, na filosofia moral, especialmente em Aristóteles, refere-se à realização plena e duradoura da vida humana, alcançada por meio da prática das virtudes e orientada pela razão. Não se trata de uma felicidade momentânea, mas de um estado de florescimento e autossuficiência que caracteriza uma vida boa e ética, construído ao longo da vida pela vivência das virtudes (Aristóteles, 2011).

Princípios orientadores	<i>Princípio da utilidade</i> (maximizar felicidade e minimizar sofrimento).	<i>Imperativo categórico</i> (ações devem ser universalizáveis e respeitar a dignidade humana).	<i>Virtudes</i> como prudência, coragem, justiça, compaixão e empatia.
Papel das regras	Regras são guias flexíveis; podem ser ignoradas por um bem maior.	Regras são absolutas e incondicionais.	Regras são orientações práticas, mas subordinadas à virtude e ao contexto.
Flexibilidade	<i>Alta</i> : adapta-se às circunstâncias e aos impactos previstos.	<i>Baixa</i> : segue princípios fixos, independentemente do contexto.	<i>Moderada</i> : considera contexto, caráter e valores pessoais.
Perspectiva temporal	<i>Foco no futuro</i> : avalia consequências previstas para o bem-estar geral.	<i>Foco no presente</i> : prioriza ações que respeitam princípios agora.	<i>Foco no longo prazo</i> : busca contínua pelo desenvolvimento do caráter virtuoso.
Principais críticas	Pode justificar atos imorais em nome do bem maior (ex.: sacrifícios individuais).	Rígida, insensível a contextos e dilemas complexos.	Subjetiva e influenciada por valores culturais específicos.
Exemplos Clássicos	Desviar o trem para salvar cinco pessoas, mesmo sacrificando uma.	Não mentir para salvar uma vida, pois mentir viola um princípio universal.	Ajudar alguém em perigo com coragem e prudência, equilibrando riscos e deveres.
Exemplos práticos atuais	Implementar um programa de vacinação em massa. Mesmo que a campanha possa ocasionar efeitos colaterais leves em alguns indivíduos, ela visa salvar um grande número de vidas e maximizar o bem-estar coletivo.	Manter obrigatoriamente a confidencialidade dos dados dos pacientes, mesmo que revelar essas informações pudesse gerar benefícios para a saúde pública.	Agir com honestidade e responsabilidade na divulgação de resultados científicos.

Fonte: Elaboração própria inspirada no referencial teórico.

Na busca por contribuir com o ensino explícito de ética, considerando os graves problemas socioambientais atuais e a necessidade de formar indivíduos capazes de lidar com tais desafios, Nunes-Neto e Conrado (2021) apresentam uma matriz de referência em Filosofia Moral, com foco especial para a Educação em Ciências. Dentre as principais contribuições, estão inclusas: uma concepção geral de ética e uma distinção moderada entre ética e natureza; uma análise do conceito de valor em dois eixos (valor da ação e valor dos seres), sendo este último muitas vezes desconsiderado dos julgamentos morais em algumas perspectivas éticas; e recomendações para o ensino de ética, com destaque para o cultivo de virtudes, com o intuito de ampliar a consideração moral.

Segundo os autores, essas contribuições visam auxiliar professores e pesquisadores na aplicação prática desses conceitos em seu trabalho diário. Desse modo, reforçamos a urgente

necessidade de discussão desses aspectos éticos e morais no âmbito da abordagem e de pesquisas sobre QSC.

1.2.2 Cegueira moral na sociedade capitalista: QSC como potencializadora do desenvolvimento de sensibilidade moral

“A cegueira também é isto, viver num mundo onde se tenha acabado a esperança.” (Ensaio sobre a Cegueira, José Saramago)

A problemática socioambiental no contexto nacional tem se intensificado nos últimos anos. Tais problemáticas revelam camadas de diversos outros problemas de ordem social, econômica e ética. O cenário abrange graves impactos e crimes ambientais que afetam profundamente a sociedade e o meio ambiente. Eventos como os rompimentos das barragens em Mariana (em 2015) e Brumadinho (em 2019), o impacto socioambiental em Maceió (em 2023) envolvendo a exploração de sal-gema e o afundamento do solo em bairros, as recentes inundações no Rio Grande do Sul (em 2024) e os focos de incêndios florestais (queimadas) em várias regiões do Brasil (2024) revelam os efeitos danosos do sistema de desenvolvimento capitalista, a vulnerabilidade das comunidades afetadas, o racismo ambiental – forma de discriminação institucional que, intencionalmente ou não, faz com que políticas e práticas ambientais impactem de maneira desigual e desproporcional comunidades historicamente racializadas, sobretudo onde esses grupos constituem minorias políticas ou numéricas, e que deve ser enfrentado por meio da justiça ambiental (Bullard, 1993, 2004; Pinderhughes, 1996) – e a negligência das autoridades envolvidas e das empresas responsáveis. Desse modo, as implicações para o aumento dos riscos socioambientais necessitam, cada vez mais, ser consideradas e administradas sob uma nova lógica (Beck, 2011). Nesse sentido, Beck (2011, p. 68) alerta sobre o risco “*autofabricável*”. Em suas palavras:

Se não hesitarmos em recorrer a uma comparação um tanto ousada, é possível dizer: na produção de riscos, o capitalismo tardio observou, generalizou e normalizou a força destrutiva de guerra. Semelhante ao que nas guerras, riscos civilizatórios dos quais se vai tomando consciência “destroem” modos de produção (por exemplo: automóveis com altos níveis de emissão, excedentes agrícolas), superando assim crises de vendas e conquistando mercados que, além de novos, ampliam-se de novas formas. A produção de riscos e seus agentes cognitivos – crítica da cultura, crítica à tecnologia, crítica ecológica, dramatização e investigação midiáticas do risco – são uma forma normalizada e sistematicamente imanente de revolucionamento das necessidades. Com os

riscos – poderíamos recorrer a Luhmann –, a economia torna-se “*autoreferencial*”, independente das condições de satisfação das necessidades humanas.

Mas o que conta decisivamente em favor disso é uma *sintomática e simbólica* “superação” do risco (Beck, 2011, p. 68, grifos do autor).

Partindo desse contexto, consideramos urgente promover a formação de cidadãos mais críticos e preparados para lidar com tais cenários, mas também com valores essenciais como empatia, solidariedade, compaixão e responsabilidade social. Assim, consideramos a possibilidade, frente a um mundo marcado pelos interesses do capital e pela mercantilização do mundo da vida, de localizar a importância de contribuir para o desenvolvimento da sensibilidade moral. As contribuições das reflexões de Bauman, especialmente na obra já mencionada, em que estabelece um diálogo com Leonidas Donskis sobre a “cegueira moral” e a sua estreita relação com a perda da sensibilidade na modernidade líquida, podem elucidar importantes caminhos. Além disso, a compreensão desse conceito em particular, cegueira moral, torna-se relevante quando pensamos nos acontecimentos mencionados e na urgente necessidade de uma formação em ciências para as relações mais positivas e emancipatórias frente aos desafios impostos pela modernidade e pelos interesses do capital.

Compreender as consequências dessas tragédias é essencial; contudo, é preciso também compreender o que as causou. Desse modo, Bauman e Donskis (2021) abordam, em um diálogo, diversos aspectos relevantes acometidos pela cegueira moral, dentre eles: a individualização na sociedade contemporânea, o consumismo e a degradação ambiental, a fragilidade das relações humanas, a crise da confiança nas instituições, o papel da mídia, a cultura da velocidade, a educação e a sensibilidade. Como advertem os autores, “O mal não está confinado às guerras ou às ideologias totalitárias. Hoje ele se revela com mais frequência quando deixamos de reagir ao sofrimento de outra pessoa, quando nos recusamos a compreender os outros, quando somos insensíveis e evitamos o olhar ético silencioso” (Bauman; Donskis, 2021, p. 16). Ou ainda quando se promove a “[...] destruição da vida de um estranho, sem haver a menor dúvida de que se cumpre o dever e de que se é uma pessoa moral, essa é a nova forma do mal, o formato invisível da maldade na modernidade líquida” (Bauman; Donskis, 2021, p. 17).

Quando os autores apontam o papel da mídia, destacam sua capacidade de moldar a percepção e a opinião pública, sugerindo que a cobertura midiática, muitas vezes com abordagens sensacionalistas, tende a contribuir para a desumanização e a indiferença social. Portanto, conforme argumentam os autores, a existência de uma mídia responsável pode contribuir positivamente, trazendo à tona a problemática real, as histórias das vítimas, bem

como pressionar por mudanças estruturais (Bauman; Donskis, 2021). Exemplo disso, considerando a temática do presente estudo, é que

A genética de fato tende a ser apresentada na mídia de maneira simplista, geralmente atribuindo aos genes importância muito maior do que eles realmente têm. Alguns exemplos são os artigos sobre o “gene gay” ou “gene do câncer de mama”. A mídia é rápida para informar descobertas de maneira sensacionalista, mas raramente continua a publicar quando se revela que as descobertas e/ou conclusões originais estavam erradas. Assim, os genes são erroneamente mostrados como entidades todo poderosas que determinam quem somos, como nos comportamos e que doenças teremos, ignorando os efeitos fundamentais da experiência de vida e o contexto social. Os problemas dessa conceitualização determinista no público é que contribui para a intolerância contra indivíduos vistos como “diferentes” devido a alguma deficiência ou por pertencer a determinado grupo étnico (Penchaszadeh, 2004, p. 65-66).

Portanto, compreendemos que a sensibilidade moral não segue apenas na contramão da insensibilidade moral, mas no rompimento de uma possível condição de cegueira moral. Em outras palavras, apontamos para a importância da educação, em particular da Educação em Ciências, e da sensibilização para combater a cegueira moral. Bauman e Donskis (2021) discutem como a modernidade líquida contribui para a ausência de sensibilidade e empatia, imperando a indiferença moral frente às injustiças e aos sofrimentos de outras pessoas. Isso decorre da ênfase na individualização e da diminuição dos espaços reais de socialização, que afetam a capacidade das pessoas de se importarem verdadeiramente com os outros e de se incomodarem e reagirem moralmente a atrocidades, crimes e danos que ocorrem ao seu redor. Além disso, alertam para a importância da consideração da interconectividade global, em que tudo está intimamente relacionado. Portanto, os danos e acontecimentos locais, a exemplo dos impactos socioambientais e das possibilidades da biotecnologia e suas permissões a nível nacional, podem gerar consequências globais.

É urgente, tendo em vista as influências da ciência e da tecnologia em muitos desses impactos, que a formação de pessoas seja repensada. Alguns alertas a respeito das inquietações e implicações dos avanços da tecnologia, que perpassam muitas vezes aspectos como “coerção” e “sedução”, foram feitos em obras distópicas, a exemplo de *1984*, de George Orwell, e *Admirável mundo novo*, de Aldous Huxley. Conforme enunciam Bauman e Donskis (2021), a implementação de políticas públicas eficazes, a promoção de uma sensibilidade moral e a valorização da responsabilidade coletiva se apresentam como passos essenciais para não apenas mitigar os impactos socioambientais e sociocientíficos, mas também prevenir futuras tragédias

e consequências negativas. Além disso, coadunamos as defesas de Reis (2007) e Nunes-Neto e Conrado (2021) de que a consideração e a inclusão da ética e da responsabilidade social na Educação em Ciências são essenciais para serem formados cidadãos críticos, éticos e socialmente responsáveis, capazes de contribuir positivamente para os avanços da ciência e para o bem-estar da sociedade. À vista disso, as QSC se apresentam como um meio oportuno para discussões e considerações de aspectos éticos e morais a fim de contribuir com a sensibilidade moral e com o compromisso para a ação sociopolítica que vislumbra a transformação social.

1.3 QSC E FORMAÇÃO CRÍTICA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A TRANSFORMAÇÃO SOCIAL: ROMPIMENTOS COM A RACIONALIDADE INSTRUMENTAL

“Seria uma atitude ingênua esperar que as classes dominantes desenvolvessem uma forma de educação que proporcionasse às classes dominadas perceberem as injustiças sociais de maneira crítica.”
(Paulo Freire)

As opções teóricas que adotamos estão diretamente interligadas ao contexto de produção desta pesquisa. Diante disso, elaboramos esta investigação no âmbito do Grupo de Pesquisa *Educação Continuada de Professores e Avaliação Formativa* (AV Formativa), chamado de Grande Grupo de Pesquisa (GGP), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Unesp – sob a liderança de seus professores orientadores (Lizete Maria Orquiza de Carvalho e Washington Luiz Pacheco de Carvalho) –, cujo interesse na abordagem das QSC, o compromisso com a formação crítica de professores e a articulação na interface universidade-escola se destacam e se consolidam (Guimarães; Carvalho; Oliveira, 2010; Carnio; Lopes; Carvalho, 2011; Bortoletto; Carvalho, 2012; Martínez-Pérez, 2012; Martínez-Pérez; Carvalho, 2012; Santos; Carvalho, 2012; Carvalho; Lopes-Júnior, 2016; Orquiza-de-Carvalho; Carvalho; Lopes-Júnior, 2016; 2019; Genovese; Genovese; Carvalho, 2019; Orquiza-de-Carvalho; Gonçalves; Chapani, 2021;).

Considerando o exposto nas seções anteriores e a importância da formação de professores para o trato das QSC, tecemos algumas reflexões pertinentes sobre a formação docente à luz de aportes teóricos da teoria crítica, particularmente Habermas (1984, 2014) e autores do campo da formação de professores. Nessa linha de raciocínio, alguns pesquisadores

têm se dedicado a contribuir com aportes teóricos no âmbito da formação de professores – assim como com matrizes epistemológicas que permeiam as práticas pedagógicas nos ambientes escolares, dentre eles destacam-se: Giroux (1997), Schön (2000), Contreras (2012) e Tardif (2012).

Assim, tem havido diversos esforços para compreender e sistematizar os diferentes tipos de saberes envolvidos na docência, de modo a identificar e organizar os conhecimentos necessários para o ensino. Essas construções teóricas contribuem para uma visão mais clara das diferentes matrizes epistemológicas que influenciam as práticas dos professores. Isso indica que o ensino não se baseia em um único tipo de saber, mas numa diversidade de conhecimentos que se articulam na atuação docente. No que tange às teorias críticas, alguns teóricos como Paulo Freire, Henry Giroux e José Contreras são fundamentais para serem trazidos para a conversa, os quais representam nossa compreensão de formação de professores para a transformação social. Nossa noção de formação de professores se alinha, mais particularmente, com a consideração dos professores enquanto intelectuais transformadores (Giroux, 1997), considerando o cenário complexo e controverso da tecnociência, especialmente quando o mundo científico-tecnológico atravessa o mundo da vida. Essa perspectiva busca romper com a racionalidade instrumental diretamente relacionada com os processos de dominação social (Habermas, 2014).

Habermas (1984) argumenta que precisamos contestar a teoria da cultura de massas, conforme enfatizada por Theodor Adorno. Segundo essa ideia, o consumo de tecnologias de informação exerce uma influência significativa sobre indivíduos de diversos grupos, contribuindo para sua alienação; por isso, torna-se imprescindível formar atores sociais mais críticos. O termo “cultura de massas” é empregado de forma controversa justamente porque descreve um fenômeno que se adapta às necessidades de entretenimento e lazer de um público com formação relativamente baixa, em vez de promover uma formação ampla e profunda em uma cultura preservada em sua essência (Habermas, 1984). Consideramos que assumir a importância das questões sociocientíficas, com olhar atento para a dimensão dos valores, que refletem os diversos interesses no contexto social, contribui com uma formação crítica e mais comprometida com a transformação social.

Para Giroux (1997), a questão essencial é o desenvolvimento de uma linguagem por meio da qual os educadores e outros possam desvelar e compreender o relacionamento entre ensino escolar, as relações sociais mais amplas que o informam e as necessidades e competências historicamente construídas que os estudantes trazem para as escolas. Assim, esse

autor defende que é fundamental que os educadores desenvolvam uma postura crítica para identificar de que maneira a cultura escolar dominante se integra às práticas hegemônicas que frequentemente marginalizam os estudantes subordinados e deslegitimam os próprios professores. Além disso, fundamenta suas ideias na Teoria Crítica, que, ao articular a dialética entre o social e o individual, abrange tanto a dimensão discursiva quanto a crítica da consciência. Essa perspectiva compreende a cultura como um espaço onde se constroem as relações de poder, pedagogia e domínio político (Augusti, 2017).

Dessa forma, Giroux (1997) propõe repensar e reestruturar a atividade docente, posicionando os professores como intelectuais transformadores. A concepção do professor como um intelectual transformador parte do princípio de que toda atividade humana envolve o ato de pensar. Assim, o educador reflete sobre sua função social e entende a escola como um espaço econômico, cultural e social, intrinsecamente ligado às questões de poder. Ao adotar essa noção, a reflexão crítica e a ação se tornam instrumentos fundamentais na luta contra as injustiças econômicas, políticas e sociais. Portanto, os intelectuais transformadores devem desenvolver um discurso que integre a linguagem da crítica à da possibilidade, reconhecendo seu potencial para promover mudanças sociais (Giroux, 1997).

Destarte, o autor advoga que “[...] os intelectuais transformadores são agentes que criam condições para o fornecimento de liderança moral, política e pedagógica para aqueles grupos que tomam por ponto de partida a análise crítica das condições de opressão” (Giroux, 1997, p. 103). Segundo ele, esse entendimento do professor como intelectual se relaciona ao trabalho do educador, que é entendido como uma tarefa intelectual em oposição às concepções puramente técnicas e/ou instrumentais, como já dito. Também propõe que os professores estejam comprometidos com uma prática intelectual crítica relacionada com os problemas e experiências da vida diária.

Nesse sentido, Freire (2016, 2019, 2020, 2021) também propõe, tanto teórica como metodologicamente, a substituição da educação bancária por uma educação transformadora e libertária que tem como cerne a problematização da realidade e a organização política dos oprimidos. Sua abordagem coloca no centro do debate elementos historicamente marginalizados pela suposta neutralidade do currículo, como, por exemplo, a autonomia da escola na formação de sujeitos críticos e autônomos, bem como o diálogo entre professores e alunos. Freire também defende que a formação docente deve incentivar a reflexão crítica sobre a prática pedagógica, promovendo o diálogo e a rejeição a qualquer forma de discriminação como princípios fundamentais do ato de ensinar (Soares, 2013).

Em sintonia com Freire, Giroux (2005) argumenta que a teoria não deve ser vista como luxo restrito ao intelecto ou à abstração do poder acadêmico. Ao contrário, ela atua como um instrumento essencial para identificar e responder a problemas que surgem em contextos específicos. Seu potencial transformador não está em oferecer soluções prontas, mas em possibilitar novas formas de ação. Seu caráter político se manifesta na capacidade de imaginar realidades alternativas e impulsionar mudanças nas práticas sociais, sendo esse seu maior valor para uma educação voltada à cidadania.

Assim, a educação precisa partir de uma visão ampla e crítica do currículo escolar que vai além de um conjunto de disciplinas. Para Freire (2005), o currículo abrange toda a dinâmica da escola, incluindo o que é feito e o que é deixado de lado, bem como as relações entre as pessoas que fazem parte desse espaço educativo. Além disso, ele enfatiza que o currículo não é neutro, pois carrega a influência da ideologia, que se expressa tanto por meio de ideias quanto em práticas concretas dentro da escola. Isso significa que o currículo reflete valores, interesses e relações de poder que influenciam a educação. Por isso, Freire propõe uma pedagogia que leva em conta a complexidade sociocultural do ambiente escolar, reconhecendo as experiências dos estudantes, os contextos em que estão inseridos e as relações sociais que se desenvolvem na escola. Essa perspectiva busca construir uma prática pedagógica crítica, democrática e transformadora.

Para esse estudioso, é fundamental a reflexão crítica sobre a prática, no sentido de ir além da busca da sua melhoria, tornando-a um instrumento de transformação social. Também nessa direção, Contreras (2012) defende uma formação de professores centrada na autonomia docente crítica. Inspirado em Henry Giroux, ele propõe que os professores sejam intelectuais críticos, ou seja, profissionais capazes de analisar o contexto sociopolítico da educação e agir para transformá-lo. Segundo o autor:

O docente técnico é o que assume a função da aplicação dos métodos e da conquista dos objetivos, e sua profissionalidade se identifica com a eficácia e eficiência nesta aplicação e conquista. Não faz parte de seu exercício profissional o questionamento das pretensões do ensino, mas tão somente seu cumprimento de forma eficaz (Contreras, 2012, p. 113).

Desse modo, Contreras (2012) argumenta que a docência não deve ser vista apenas como aplicação de técnicas e conhecimentos teóricos, mas como um ato político e ético no qual o professor exerce um papel ativo na construção do conhecimento e na transformação social, questionando normas impostas e resistindo a modelos educacionais tecnicistas e neoliberais, ou

seja, indo na contramão de um docente técnico. Em consonância com Giroux, “[...] é importante enfatizar que os professores devem responsabilizar-se ativamente por levantar questões sérias sobre o que ensinam, como devem ensinar e quais objetivos mais amplos por que lutam” (Giroux, 1997, p. 22).

Nessa citação, o autor enfatiza o papel ativo e crítico dos professores na educação. Para ele, o professor não deve ser apenas um transmissor de conhecimento, mas um intelectual crítico que reflete sobre o conteúdo que ensina, os métodos pedagógicos que utiliza e os propósitos mais amplos da educação que vão muito além do que só ensinar conteúdos disciplinares. Assim, Giroux (1997) propõe que os professores assumam responsabilidade política e social em seu trabalho, adotando uma postura questionadora e engajada. Ele sinaliza que a docência não é neutra e, portanto, que o professor deve lutar por uma educação que forme cidadãos críticos.

Contreras (2012) vai no mesmo sentido ao trazer para o cerne de sua obra a questão da autonomia de professores. Em seu livro ele levanta o questionamento sobre que tipo de autonomia vem sendo construída nas recentes políticas educacionais, a saber em 1997, pergunta essa que ainda se faz muito atual. Desse modo, o autor discute a questão da autonomia profissional dos professores, enfatizando que ela deve ser construída de forma equilibrada, não entendendo autonomia como um ato isolado no qual cada docente trabalha de forma independente e desconectada da realidade coletiva da escola e da sociedade. A verdadeira autonomia exige que o docente seja capaz de questionar normas, currículos e políticas educacionais sem apenas reproduzir conhecimentos de modo mecânico.

Ainda em consonância com o autor, a autonomia dos professores não pode ser entendida isoladamente, mas sempre em relação às condições concretas em que exercem sua profissão. Isso significa que a liberdade docente para tomar decisões pedagógicas está diretamente influenciada por fatores como condições de trabalho, contexto institucional e contexto social (Contreras, 2012). Portanto, não basta falar em autonomia docente como uma escolha individual, pois ela está condicionada por aspectos estruturais da profissão. Para que os professores sejam realmente autônomos, é necessário garantir melhores condições de trabalho, menos imposições burocráticas e uma valorização social da educação, permitindo que eles exerçam seu papel com liberdade e responsabilidade.

Contreras também salienta que é essencial compreender o papel sociológico da escola, ou seja, se a educação está ajudando a reduzir as desigualdades ou, ao contrário, reforçando barreiras sociais. Entretanto, a educação não deve apenas reconhecer as desigualdades, mas

garantir que todos os estudantes tenham acesso a recursos culturais e intelectuais de forma justa e equilibrada e não favorecer certos grupos sociais (Contreras, 2012).

Compreendemos a perspectiva educacional crítica como aquela que, “[...] pela análise da ideologia hegemônica, constrói possibilidades contra-hegemônicas, entendendo que a resolução de problemas sociais depende da superação da organização social baseada na lógica do capital” (Chapani; Soares, 2016, p. 127). Nesse contexto, as pedagogias críticas oferecem elementos teóricos importantes para a formação de professores de Ciências enquanto intelectuais transformadores que se preocupam em construir a escola como uma esfera pública democrática, abordando um ensino de Ciências como um processo político e pedagógico por meio do qual professores enquanto pesquisadores, em sua prática, exercem seu papel educacional e social junto a seus colegas em busca de uma escola na qual os estudantes constroem conhecimentos e habilidades necessários para conquistar a democracia.

Esses aportes teórico-críticos enfatizam a necessidade de uma reflexão crítica e transformadora e argumentam que a docência não pode ser apenas um processo de ajuste e melhoria da prática profissional, mas deve ser um ato político que questiona as estruturas de poder e dominação na educação. Tais atitudes promovem, portanto, o engajamento em raciocínios críticos, os quais possibilitam aos alunos transformar o mundo em que vivem, apresentando outra forma de compreender o trabalho docente, que, nas últimas décadas, tem sido reduzido a uma racionalidade tecnocrática e instrumental (Martínez-Pérez, 2012).

Diante do exposto, Martínez-Pérez (2012) salienta a importância das Questões Sociocientíficas (QSC) para a ressignificação social do ensino de Ciências, adotando uma abordagem crítica e dialógica. Segundo o autor, a introdução de questões sociocientíficas no ensino de Ciências permite que a aprendizagem vá além da simples memorização de conceitos, tornando-se um meio para refletir sobre questões sociais e tecnológicas do mundo real. O ensino de Ciências deve incentivar uma postura crítica nos alunos, permitindo que questionem e analisem os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade, sendo o diálogo essencial para que diferentes pontos de vista sejam debatidos, favorecendo uma aprendizagem mais democrática e reflexiva (Martínez-Pérez, 2012).

Oliveira e Orquiza-de-Carvalho (2020) destacam a importância de se discutir temas controversos no ensino de Ciências, especialmente dentro da abordagem das QSC. Segundo as autoras, ao se abordar temas polêmicos, os alunos são incentivados a desenvolver suas habilidades argumentativas, refletindo criticamente sobre diferentes pontos de vista e tomando decisões fundamentadas. Outra questão levantada pelas estudiosas se refere à complexidade dos

temas controversos que exigem um diálogo entre diferentes áreas do conhecimento. Isso significa que o ensino de Ciências não pode ser isolado, mas deve se conectar com questões sociais, éticas, políticas e ambientais. Assim, discutir questões sociocientíficas e controversas no ensino de Ciências não é apenas uma estratégia didática, mas uma forma de desenvolver o pensamento crítico dos alunos. Além disso, mostram que a educação científica está ligada a questões sociais e políticas, reforçando a necessidade de um ensino que vá além dos conceitos técnicos e prepare os estudantes para atuar em uma sociedade marcada por desigualdades.

Ainda segundo Oliveira e Orquiza-de-Carvalho (2020), trabalhar com Questões Sociocientíficas é uma estratégia que rompe com a rigidez do ensino tradicional, tornando o aprendizado mais dinâmico, interativo e crítico. Além disso, reforçam a ideia de que a educação deve ser um processo de constante questionamento e reflexão, tanto para os alunos quanto para os professores, promovendo uma formação com mais sentido e conectada com a realidade. Nesse esteio, Carnio e Carvalho (2014) apresentam em seu trabalho o grande desafio para a educação do século XXI no que se refere à formação de professores de Ciências que estejam preparados para lidar com conteúdos e situações de natureza dinâmica. Nesse sentido, ressaltam as potencialidades apresentadas pelas Questões Sociocientíficas para um trabalho coletivo e crítico e para a compreensão contextualizada da natureza da ciência nessa formação.

De acordo com Galvão, Reis e Freire (2011), as QSC evidenciam a importância da discussão de assuntos sociocientíficos através do confronto de argumentos, isto é, pela oportunidade de construção, aprofundamento de conhecimentos e por constituir um contexto, um pretexto para novas pesquisas e atividades educativas. Um grande desafio a ser enfrentado em formação inicial e continuada é que se, por um lado, as QSC pressupõem interdisciplinaridade, por outro, são invariavelmente tratadas em contextos de vigência do currículo escolar, nos quais são criticadas pelo fato de neles ser predominantemente enfatizado o conteúdo disciplinar⁹. Isso reforça, ainda mais, a necessidade de aproximação dos licenciandos com as questões sociocientíficas, buscando romper com esse tipo de ensino que privilegia os conteúdos e não promove uma formação cidadã de fato.

Por fim, argumentamos que, embora o desenvolvimento de um pensamento crítico e de uma participação plena dos cidadãos na democracia ainda seja um ideal a ser alcançado, a

⁹ Ainda que a análise do currículo não seja o foco central deste trabalho, consideramos importante registrar que um dos discursos presentes na BNCC (Brasil, 2018) é o de que, ao organizar-se por áreas de conhecimento, como as Ciências da Natureza, articulando Biologia, Química e Física, a proposta buscaria romper com o ensino disciplinar e fragmentado. Contudo, há críticas que apontam que a BNCC está longe de promover, efetivamente, a interdisciplinaridade. Por isso, consideramos relevante trazer essa ressalva de que, ainda que se pretenda interdisciplinar, a atual Base Nacional Comum Curricular não promove, na prática, a interdisciplinaridade.

formação de professores é fundamental para fortalecer esse processo. A construção de uma sociedade democrática depende da preparação dos indivíduos para atuar de forma ativa e consciente, contribuindo para a transformação social e a ampliação da participação cidadã (Martínez-Pérez, 2012). E, como bem aponta Giroux (1997), para a escola se tornar um ambiente democrático, é necessário desenvolver um discurso que combine a linguagem da análise crítica com a linguagem da possibilidade, isto é, os estudantes aprendam o discurso da associação pública e da responsabilidade social, enfatizando a importância da formação crítica e socialmente comprometida de professores.

CAPÍTULO 2 - DIMENSÕES ÉTICA E MORAL NAS PESQUISAS SOBRE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS: ALGUNS DESVELAMENTOS

“[...] o conhecimento e a tecnologia avançam rapidamente, e por isso é tão necessário um debate ético a respeito.” (Mayana Zatz, 2011, p. 121)

Este capítulo¹⁰ tem como propósito examinar de que forma os aspectos éticos e morais têm sido abordados nas pesquisas sobre questões sociocientíficas (QSC), considerando a importância dessa dimensão para a compreensão dessas questões. O recorte temporal para realização das buscas abrangeu os últimos dez anos (2015 a 2024). Foram selecionadas produções científicas, tanto nacionais quanto internacionais, publicadas em periódicos qualificados (Qualis A1 e A2 da CAPES), além de registros encontrados em bases de dados como ERIC e Google Acadêmico. O *corpus* de análise consistiu em 16 artigos que tratam do tema, os quais foram submetidos à Análise de Conteúdo. Apesar da relevância dos aspectos éticos e morais, as investigações ainda são incipientes, o que sugere que a moral não ocupa uma posição central nas pesquisas sobre QSC, reforçando a importância de pesquisas que contemplem a dimensão ética e moral dessas questões.

2.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE A MORAL NOS ESTUDOS SOBRE QSC NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Conforme mencionado em seção anterior, um dos principais aspectos que distinguem a abordagem de QSC de outras abordagens, como CTSA, consiste na ênfase atribuída aos aspectos éticos e morais da ciência, bem como de relações existentes entre ciência e tecnologia e aspectos sociais, culturais, políticos e econômicos (Zeidler; Keefer, 2003; Zeidler *et al.*, 2005). Portanto, compreender QSC exige a consideração de aspectos éticos e morais nas discussões sociais e ambientais envolvendo essas questões.

Conforme assinala Guimarães (2011), o discurso científico é considerado a partir de um ponto de vista moral, o qual, em última instância, é atribuído pelo indivíduo. Desse modo, isso implica que, mesmo quando uma questão abrange aspectos éticos e morais, os próprios indivíduos serão os responsáveis por arbitrar tais valores (Sadler; Zeidler, 2003). Assim, para

¹⁰ O conteúdo deste capítulo foi aprimorado e submetido à apreciação de um periódico nacional.

que a decisão tomada seja bem informada, é imprescindível que as considerações éticas e morais sejam devidamente levadas em conta pelos agentes envolvidos (Guimarães, 2011).

Fowler e Zeidler (2016), por sua vez, advertem que os indivíduos, ao lidarem com QSC, se envolvem no processo de tomada de decisão. Por conseguinte, ao tomarem decisões em QSC, os indivíduos necessitam considerar outras dimensões para além do conhecimento científico; entre essas, as dimensões éticas e morais (Sadler, 2004a). Portanto, é evidenciada uma defesa na literatura especializada de que a moralidade tem papel importante na tomada de decisão, não podendo ser desconsiderada no debate e negociação da QSC.

Sadler (2004b) assinala a necessidade de a escola fornecer conhecimentos científicos para que os cidadãos possam desenvolver condições de julgar situações e contextos científicos nos quais estão inseridos, de modo que seja possível tomar decisões fundamentadas sempre que lhe for requisitado. Além disso, vale ressaltar que a discussão de questões controversas que apresentam dimensões morais possibilita que os estudantes discutam e reflitam sobre o assunto, que, a princípio, poderia lhes parecer trivial ou algo já definido (Guimarães, 2011).

Nesse sentido, com a intenção de compreender como os aspectos éticos e morais, considerados relevantes e essenciais na caracterização das QSC, estão sendo abordados nas pesquisas mais recentes sobre QSC, elaboramos uma pesquisa com o objetivo de mapear tais estudos, buscando compreender o lugar que os aspectos éticos e morais das implicações científico-tecnológicas vêm ocupando nas pesquisas que têm como enfoque as questões sociocientíficas. Desse modo, o mapeamento de publicações relacionadas às QSC com ênfase nos aspectos éticos e morais foi realizado no âmbito dos contextos nacional e internacional. Para isso, consideramos a realização de buscas em periódicos selecionados do extrato Qualis A1 e A2 da CAPES, além de consultas em bases de dados selecionadas, com recorte temporal dos últimos dez anos, de 2015 a 2024.

Alguns estudos anteriores buscaram investigar aspectos particulares das pesquisas sobre QSC. Um exemplo é o estudo de Silva e Santos (2014), cujo objetivo consistiu em fornecer um panorama das pesquisas sobre o lugar que ocupam as questões morais dentro das QSC no ensino de Ciências. A partir da realização de um levantamento sistemático em 27 periódicos da área, nacionais e internacionais, no estrato Qualis/CAPES A1 e A2, no período de 1997 a 2013, os autores identificaram que, dentre 201 artigos localizados e analisados sobre QSC, apenas 17 tinham relação com os aspectos éticos e morais. O resultado evidenciado com esse estudo mostra quão escassas ainda são as pesquisas sobre os aspectos morais em QSC. Além disso, os

autores constataram a existência de lacunas no que tange às concepções dos professores sobre o ensino de ética, propostas pedagógicas e formação docente.

Em outro estudo, Pansera e Carvalho (2017) investigaram as tendências de pesquisa sobre QSC nas áreas de Ensino e Educação. Nesse sentido, foi realizada uma busca sistemática de teses e dissertações disponibilizadas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no Banco de Teses e Dissertações da CAPES (BTDC), cuja defesa tivesse ocorrido até dezembro de 2016. Essas autoras evidenciaram que a fundamentação teórica dessas pesquisas apresentava certa similaridade; portanto, essas produções acadêmicas foram discutidas a partir da mesma perspectiva teórica, sendo os pressupostos teóricos intimamente relacionados ao movimento CTS/CTSA.

O estudo desenvolvido por Krupczak e Aires (2019) realizou uma análise da produção acadêmica sobre QSC na busca por uma compreensão sobre as tendências dessas pesquisas. As autoras adotaram uma busca sistemática no BTDC, cujo recorte temporal consistiu na coleta de pesquisas defendidas até o ano de 2017. No estudo mencionado, os resultados apontaram que os focos temáticos contemplados nas pesquisas foram, predominantemente, a formação de professores e as estratégias didáticas para o contexto do ensino básico.

Por sua vez, em pesquisa realizada por Saucedo e Pietrocola (2019), cujo objetivo foi analisar os perfis qualitativos de pesquisas nacionais e internacionais sobre temas controversos na produção acadêmica na Educação Científica, foram realizadas buscas sistemáticas nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC, recorte temporal de 1997 a 2013) e no *Educational Resources Information Center* (ERIC), cujo recorte temporal, inicialmente, contemplava um período de 20 anos e, posteriormente, com finalidade de refinamento do estudo, abrangeu os anos de 2007 a 2016. Os resultados desse estudo indicam, no que se refere aos temas sociocientíficos abordados nas produções, o predomínio de tópicos da área da Biologia, em detrimento das áreas da Física e Química. Isso foi constatado em outros estudos mais recentes que apontam temas da Biologia, principalmente da biotecnologia, como mais discutidos em decorrência do seu acelerado desenvolvimento e de possíveis impactos e implicações éticas e morais.

Em estudo recente, realizado por participantes do Grupo de Pesquisa Educação Continuada de Professores e Avaliação Formativa da UNESP, Jesus e colaboradores (2023) realizaram uma pesquisa cujo objetivo consistiu em identificar e discutir as produções científicas publicadas nos anais das últimas cinco edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) que tratassem da abordagem de QSC no ensino de

Ciências. Nesse estudo, tinha-se por intenção identificar e analisar a compreensão de controvérsias sociocientíficas e a formação para ação sociopolítica nas produções científicas sobre QSC. Dentre os resultados encontrados, os autores destacaram a importância da ampliação de discussões sobre o papel de QSC como potencializadoras da formação para a ação sociopolítica e a cidadania na formação de professores de Ciências da Natureza, bem como um maior aprofundamento para que esses temas sejam mais discutidos no âmbito social.

Portanto, é a partir da necessidade de contribuir para a continuidade e ampliação dos estudos mencionados que buscamos analisar a produção acadêmica sobre QSC no período selecionado, abrangendo os anos de 2015 a 2024. Conforme mencionado, o objetivo é caracterizar as tendências das produções acadêmicas da área, particularmente na compreensão do lugar que a moral ocupa nos estudos de QSC.

Como mencionado, o estudo realizado por Silva e Santos (2014) elucida importantes discussões a respeito da produção científica nacional e internacional em QSC, focando nos aspectos éticos e morais dessas questões. Nesse sentido, alguns estudos têm buscado compreender quais fatores, para além do conhecimento científico, interferem na tomada de decisões em questões complexas e controversas ligadas ao universo da Ciência e da Tecnologia que implicam diretamente na sociedade, no ambiente, bem como na vida das pessoas. Dentre os estudos realizados, também identificados no estudo de Silva e Santos (2014), recuperamos aqueles que focam nos aspectos morais de estudantes e professores, respectivamente os estudos de Grace e Ratcliffe (2002), Sadler e Zeidler (2004), Sadler e Donnelly (2006), Fowler, Zeidler e Sadler (2009), Lindahl (2009), Guimarães, Carvalho e Oliveira (2010), Sternäng e Lundholm (2011), Lee *et al.* (2012a) e Črne-Hladnik *et al.* (2012), os quais buscaram compreender como estudantes de diferentes níveis de escolaridade apresentam e mobilizam valores morais nas tomadas de decisão envolvendo QSC.

Além desses, outros estudos focaram na busca por esclarecimentos sobre as concepções de professores no tocante ao ensino de ética no ensino de Ciências. São eles: Sadler *et al.* (2006), Barrett e Nieswandt (2010) e, mais recentemente, o estudo de Brum e Schuhmacher (2014). Cabe mencionar que, conforme destacam Silva e Santos (2014), pouca atenção tem sido dada às práticas dos professores, bem como à compreensão das percepções dos professores a respeito de propostas de ensino que visem à contemplação de aspectos morais e éticos na Educação em Ciências. Os autores supracitados também evidenciaram dois estudos voltados para a análise de propostas pedagógicas elaboradas e/ou implementadas. São eles: o estudo de Saunders e Rennie (2013), com a elaboração de um modelo pedagógico para a investigação ética em QSC,

e, por sua vez, a pesquisa de Lee *et al.* (2012b), que implementaram um programa com QSC sobre modificação genética e identificação de seus efeitos educacionais. Foi identificado ainda o estudo de Silva e Krasilchik (2013), que, ao considerar a importância da formação inicial dos professores, realizaram a pesquisa com licenciandos a partir da utilização de temas controversos e de considerações éticas.

Sadler e Zeidler (2004) realizaram um estudo visando contribuir para uma base de conhecimento teórico por meio de pesquisas no ensino de Ciências no contexto das questões sociocientíficas. Para isso, exploraram como os indivíduos negociam e resolvem dilemas da engenharia genética por meio de uma abordagem qualitativa, examinando os padrões de raciocínio informal e o papel da moralidade nesses processos. A partir do estudo, os autores evidenciaram que os estudantes recorreram a formas racionalistas, emotivas e intuitivas de raciocínio informal. Além disso, defendem, a partir dos dados analisados, a necessidade de garantir que as salas de aula de Ciências sejam espaços em que, assim como a razão, a intuição e a emoção sejam consideradas e valorizadas.

Sadler (2004a) investigou a sensibilidade moral de estudantes universitários em relação a questões sociocientíficas como terapia genética e clonagem. O autor identificou que os participantes demonstraram sensibilidade moral ao considerar as implicações éticas dessas questões. Além disso, os participantes expressaram preocupações relacionadas à vida, à saúde e ao bem-estar de outros, bem como questões de ordem natural e justiça. No estudo, foram encontradas categorias de argumentos morais, incluindo consequencialismo, deontologia, religião e argumento do declive escorregadio. Com esse estudo, o autor sugere que a sensibilidade moral é crucial para a tomada de decisões informadas em questões complexas que envolvem ciência, sociedade e ética, indicando a importância da realização de futuras pesquisas para explorar a sensibilidade moral em diferentes grupos e contextos, assim como investigar intervenções que possibilitem desenvolver essa sensibilidade.

Além desses estudos clássicos da literatura da área, alguns estudos mais recentes retomam as discussões apresentadas nos estudos citados e reafirmam a necessidade de compreender aspectos morais, bem como de outros fatores emocionais, econômicos, entre outros, na tomada de decisão em relação a questões sociocientíficas (Lee *et al.*, 2012a; Almeida; Guimarães, 2019; Cebesoy, 2020; 2021a; 2021b; Leij *et al.*, 2021).

Lee e colaboradores (2012a) desenvolveram um estudo cujo objetivo foi analisar o raciocínio moral de futuros professores de Ciências em relação a questões sociocientíficas, com o intuito de compreender como cultivar o caráter e os valores de futuros cidadãos globais.

Partindo da consideração de que caráter e valores são as forças motrizes essenciais que guiam a tomada de decisões dos indivíduos, guiando suas ações em QSC globais, a investigação foi realizada de modo a ser possível identificar em que medida os professores de Ciências em formação na Coreia do Sul possuem caráter e valores como cidadãos globais. Esses valores, segundo os autores, incluíam visão de mundo ecológica, responsabilidade sociocientífica e compaixão social e moral. As QSC focaram no uso da geração de energia nuclear, em mudanças climáticas e na pesquisa com células-tronco embrionárias. Os resultados sugeriram que, embora os participantes tendessem a abordar as QSC com emoção e simpatia, não se percebiam como agentes morais capazes de resolver ativamente questões sociais em larga escala. Além disso, os autores destacam, a partir do estudo, que a abordagem de QSC pode facilitar o raciocínio sociocientífico de modo a incluir habilidades como reconhecimento da complexidade das QSC, análise de questões a partir de múltiplas perspectivas e demonstração de criticidade à informação.

Dada a relevância da dimensão dos valores éticos e morais no trato das QSC, nosso estudo visa contribuir para a continuidade e ampliação das pesquisas sobre essas questões, analisando a produção acadêmica entre 2015 e 2024, com foco nas tendências e no papel da moralidade nesses estudos. Consideramos a relevância dos valores éticos e morais no tratamento de QSC e buscamos investigar como esses aspectos têm sido abordados nas pesquisas recentes. Para isso, realizamos uma pesquisa revisitando a literatura da área, com o objetivo de caracterizar as tendências presentes nas pesquisas sobre QSC, especialmente no que diz respeito à compreensão do lugar que as dimensões ética e moral ocupam nessas investigações. Para alcançar esse objetivo, formulamos as seguintes questões norteadoras da pesquisa:

- a) Qual a frequência de publicações que abordam QSC nesses periódicos?
- b) Qual a natureza desses estudos?
- c) A quais instituições e nacionalidades estão vinculadas essas produções acadêmicas, considerando o vínculo dos autores?
- d) A qual público-alvo está sendo direcionada a investigação das dimensões ética e moral das QSC?
- e) Qual a abordagem metodológica dos estudos?
- f) Quais as áreas das Ciências Naturais mais associadas a essas pesquisas?
- g) Que temáticas sociocientíficas vêm sendo abordadas nesses estudos?

h) Quais os principais autores usados para embasar as discussões sobre ética e moral nas investigações sobre QSC?

i) Que lugar ocupa a moral nos trabalhos que abordam QSC?

j) Qual o foco temático dessas investigações?

k) O que nos dizem essas publicações sobre o tema?

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A LOCALIZAÇÃO, SELEÇÃO E ANÁLISE DAS PRODUÇÕES ACADÊMICAS SOBRE O TEMA

O presente capítulo apresenta o levantamento realizado, o qual se caracteriza por uma abordagem qualitativa, de caráter descritivo-exploratório, consistindo em uma pesquisa bibliográfica do tipo revisão integrativa (RI). Optamos por realizar uma revisão da literatura sistematizada, do tipo **revisão integrativa**, por sua adequação à complexidade e diversidade que caracterizam as pesquisas sobre moralidade em questões sociocientíficas (QSC). Diferentemente das revisões sistemáticas tradicionais, que priorizam estudos homogêneos e quantitativos, essa abordagem nos possibilita integrar evidências qualitativas, quantitativas e contribuições teóricas, fundamentais para compreender como a moralidade tem sido concebida, investigada e debatida no campo da Educação em Ciências.

Conforme Alvarenga e colaboradores (2024), esse tipo de revisão, enquanto revisão sistematizada, busca identificar e sintetizar evidências acumuladas sobre um tema ou questão específica. Sua flexibilidade metodológica não compromete o rigor do processo, uma vez que seguimos etapas sistemáticas: elaboramos questões de pesquisa, definimos critérios explícitos de seleção (como estratégias de busca, descritores, critérios de inclusão e exclusão), realizamos buscas em múltiplas bases de dados e conduzimos análises categorizadas. Tais procedimentos garantem a transparência e a profundidade necessárias à síntese (Whittemore; Knafl, 2005; Souza; Silva; Carvalho, 2010; Souza *et al.*, 2017; Alvarenga *et al.*, 2024). Assim, entendemos que a revisão integrativa constitui uma estratégia válida e sistemática, relevante para delinear o panorama de uma temática na literatura acadêmica, permitindo-nos identificar tendências, contribuições e lacunas nas pesquisas analisadas.

Desse modo, realizamos o mapeamento de publicações sobre pesquisas em QSC com enfoque nos aspectos éticos e morais em contextos nacionais e internacionais. Para isso, adotamos uma pesquisa bibliográfica do tipo revisão integrativa, com recorte temporal dos

últimos dez anos, correspondendo ao período de 2015 a 2024. As buscas sistemáticas¹¹ para localizar as produções científicas sobre o tema foram realizadas em 16 periódicos selecionados (Quadro 2), com os seguintes critérios principais: (1) pertencerem à área de ensino ou Educação em Ciências e (2) estarem classificadas nos estratos A1 e A2 do sistema Qualis CAPES¹².

Quadro 2 - Periódicos nacionais e internacionais consultados

Periódicos consultados (Qualis)	
Nacionais	Internacionais
<i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (A2)</i>	<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (A2)</i>
<i>Ciência & Educação (A1)</i>	<i>Science & Education (A1)</i>
<i>Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (A1)</i>	<i>Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (A2)</i>
<i>Investigações em Ensino de Ciências (A2)</i>	<i>International Journal of Science Education (A1)</i>
<i>Revista Eletrônica ARETÉ (Manaus) - Revista Amazônica de Ensino de Ciências (A1)</i>	<i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias (A1)</i>
<i>Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (A2)</i>	<i>Cultural Studies of Science Education (A1)</i>
<i>Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (A2)</i>	<i>Enseñanza de las Ciencias (A1)</i>
<i>AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas (A2)</i>	
<i>REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática (A2)</i>	

Fonte: Elaboração própria.

Além disso, realizamos buscas adicionais em uma segunda etapa, especialmente para localizar produções internacionais na base de dados *Educational Resources Information Center* (ERIC) e nacionais, por meio do Google Acadêmico, tendo em vista o período mencionado. Justificamos essa segunda etapa pelo número limitado de estudos encontrados nos periódicos.

¹¹ Inicialmente, as buscas foram realizadas entre os meses de janeiro e março de 2024, com o recorte temporal de 2015 a 2023 (nove anos). Contudo, com o interesse de compreender como esse tema foi abordado no ano de 2024, as buscas foram ampliadas para incluir o ano mencionado. Desse modo, essa segunda etapa de buscas ocorreu na primeira semana de janeiro do corrente ano, seguida da atualização dos dados e de suas análises. Desse modo, nossa pesquisa contemplou as produções acadêmicas publicadas no período de 2015 a 2024, totalizando dez anos.

¹² Considerou-se a avaliação da CAPES quadriênio 2017-2020.

Ademais, essas bases de dados, por armazenarem um número significativo de produções acadêmicas de diversas revistas, ampliam as possibilidades de localizar estudos relacionados ao tema.

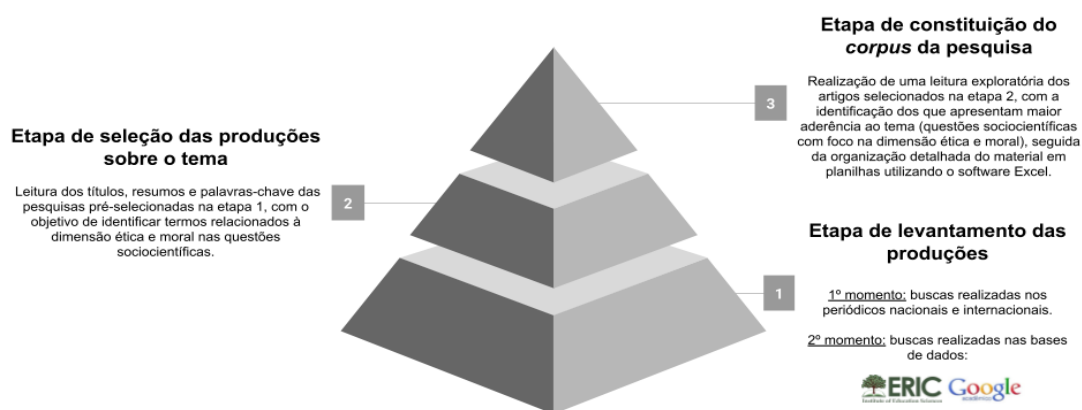
Portanto, estruturamos o percurso metodológico de constituição do *corpus* da pesquisa em três etapas. Na **primeira etapa**, que consistiu no levantamento das produções, realizamos inicialmente consultas por meio eletrônico na base de dados de cada periódico. Nos periódicos nacionais, utilizamos os descritores “questões sociocientíficas”, “controvérsias sociocientíficas”, “temas/temáticas sociocientíficas” e “QSC”; nos internacionais, utilizamos os descritores “*socioscientific issues*”, “*socio-scientific issues*” e “*SSI*”. Selecionamos os artigos a partir da identificação de algum desses termos nos títulos, resumos e palavras-chave. Em seguida, como processo de filtragem, efetuamos uma segunda seleção dos artigos sobre questões sociocientíficas, visando identificar aqueles que abordavam os aspectos éticos e morais como centrais em seus estudos. Para isso, realizamos uma leitura flutuante dos artigos, inicialmente buscando localizar termos como “moral”, “moralidade”, “ética” e “valores” nos artigos nacionais e “*moral*”, “*morality*”, “*ethics*” e “*value*” nos internacionais, a partir do resumo. Sempre que necessário, expandimos a leitura flutuante para o texto completo a fim de identificar mais elementos que permitissem essa identificação. Em seguida, organizamos o material coletado em planilhas com o auxílio do software Excel. Contudo, diante do pequeno número de produções que tinham os aspectos éticos e morais como foco, realizamos um segundo momento de buscas, de modo a ampliar as possibilidades de localizar artigos sobre o tema.

Assim, dividimos essa primeira etapa em dois momentos: o primeiro, realizado nas bases de dados dos periódicos selecionados, já descrito; e o segundo, visando à ampliação das possibilidades de localização dos artigos sobre o tema. No segundo momento da etapa de levantamento dos artigos, direcionamos as buscas, conforme mencionado, para as bases de dados ERIC e Google Acadêmico. Devido ao elevado número de publicações localizadas sobre questões sociocientíficas – mais especificamente 850 resultados no ERIC e cerca de 4.190 resultados no Google Acadêmico, usando o termo entre aspas –, utilizamos outras estratégias de busca. Assim, com o intuito de delimitar e refinar as pesquisas, procuramos selecionar apenas os estudos que mencionavam tanto o termo “questões sociocientíficas” (e seus correlatos) quanto o termo relacionado ao domínio moral, considerando sempre as variantes desses termos, já apresentadas. Recorremos ao uso de um operador booleano, o “AND” (que permite a inclusão dos dois termos), para obter uma busca avançada e mais refinada nessas bases de dados, bem

como para construir nossas “*strings* de busca”, que permitiram filtrar ao máximo os artigos que realmente apresentavam relação com o tema investigado. Uma *string* é uma sequência de caracteres comumente usada para representar palavras ou frases, funcionando como palavras-chave na busca. Diversas combinações de *strings* foram experimentadas até que chegássemos às formulações que proporcionassem resultados relevantes, capazes de responder de forma mais precisa às questões de pesquisa. Foram elas: “*socioscientific issues*” AND “*moral*”, “*socioscientific issues*” AND “*ethics*”, “*socio-scientific issues*” AND “*moral*”, “*socio-scientific issues*” AND “*ethics*”, “*SSI*” AND “*morality*”, “*SSI*” AND “*moral*”, “*SSI*” AND “*ethics*” no ERIC, e “questões sociocientíficas” AND “*moral*”, “controvérsias sociocientíficas” AND “*moral*”, “questões sociocientíficas” AND “*ética*”, “controvérsias sociocientíficas” AND “*ética*” no Google Acadêmico.

Na **segunda etapa**, que consistiu na seleção das produções sobre o tema, submetemos os artigos levantados na etapa anterior – especialmente no segundo momento, que visou à ampliação das buscas nos dois bancos de dados mencionados – a uma leitura flutuante dos títulos, resumos e palavras-chave, com o objetivo de identificar a presença de termos relacionados às dimensões ética e moral nesses estudos sobre questões sociocientíficas. Por conseguinte, na **terceira etapa**, que se refere à constituição do *corpus* de pesquisa a ser analisado, realizamos uma leitura exploratória, na íntegra, dos artigos selecionados na etapa anterior, identificando aqueles que apresentavam maior aderência ao tema (questões sociocientíficas com foco nas dimensões ética e moral), seguida da organização detalhada do material em planilhas, utilizando o software Excel (Figura 2).

Figura 2 - Etapas do levantamento e seleção das pesquisas sobre o tema



Fonte: Elaboração própria.

Com o intuito de refinar nossos achados no processo de seleção ocorrido nas etapas já descritas, estabelecemos alguns critérios de inclusão e exclusão, conforme pode ser verificado no Quadro 3.

Quadro 3 - Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
1. Estar disponível em forma de artigo completo.	1. Artigos que não atendam aos critérios de inclusão.
2. Artigos nos idiomas português, inglês e espanhol.	2. Artigos duplicados.
3. Estarem disponíveis para acesso.	3. Artigos de revisão.
4. Artigos que abordam explicitamente a dimensão ética e moral das QSC.	4. Artigos cuja abordagem não esteja voltada para a área da Educação em Ciências.
5. Terem sido publicados nos últimos dez anos – 2015 a 2024.	5. Artigos apresentados em congressos e/ou eventos afins.

Fonte: Elaboração própria.

Após a constituição do *corpus* de pesquisa, submetemos o material à Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), seguindo as fases de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados e interpretação. Na fase de pré-análise, realizamos a organização do material, a leitura flutuante inicial e a definição das unidades de registro, alinhadas às questões de pesquisa e aos objetivos do estudo. Posteriormente, na fase de exploração do material, procedemos à codificação e categorização das informações, mediante identificação de trechos significativos que apresentassem elementos relacionados às dimensões ética e moral das QSC, durante a leitura analítica em profundidade. Por fim, na fase de tratamento dos resultados e interpretação, os dados sistematizados foram analisados à luz do referencial teórico, o que nos permitiu identificar tendências e compreender o papel da moralidade nas produções acadêmicas examinadas.

Conduzimos os procedimentos analíticos com o objetivo de responder às questões secundárias inicialmente propostas neste capítulo, cujas respostas foram sistematizadas em duas categorias definidas a priori e revisadas durante o contato com os artigos analisados. As categorias são: a) *Caracterização das produções sobre o tema*; e b) *O que essas produções enunciam que permite inferir sobre o lugar ocupado pela moral nas pesquisas sobre QSC?*

2.3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Nesta seção, apresentamos os resultados encontrados sobre QSC e moral nas pesquisas da área. Como mencionado, na primeira fase de mapeamento, concentramos esforços na busca por artigos nas bases dos periódicos selecionados. Nos periódicos nacionais, localizamos cinquenta e três (53) artigos que tratam de questões sociocientíficas na área de Educação em Ciências; destes, apenas três (3) tinham aspectos éticos e morais como foco de estudo, seja como tema principal ou secundário, conforme abordaremos nas seções seguintes. Por outro lado, nos periódicos internacionais, identificamos setenta e seis (76) estudos, mas nenhum deles apresentava como foco central os aspectos éticos e morais. Dessa forma, as buscas nesses periódicos resultaram em cento e vinte e nove (129) artigos (Apêndice A), dos quais apenas três (3) refletem o foco principal desta investigação.

a) Qual a frequência de publicações que abordam QSC nesses periódicos?

Quanto à distribuição desses artigos publicados por ano, encontramos seis (6) em 2015, nove (9) em 2016, onze (11) em 2017, nove (9) em 2018, dezesseis (16) em 2019, vinte e um (21) em 2020, vinte (20) em 2021, oito (8) em 2022, onze (11) em 2023 e dezoito (18) em 2024. Dessa forma, observamos que as publicações sobre QSC tiveram um crescimento considerável ao longo dos anos, o que pode evidenciar o maior interesse pela abordagem de QSC nos últimos tempos. Esse fato também pode justificar o número reduzido de pesquisas em QSC com foco nas dimensões ética e moral, que passaram a aparecer a partir de 2019, considerando o recorte temporal adotado neste estudo. Além disso, o ano de 2020 apresentou a maior expressividade, seguido pelos anos de 2024, 2021 e 2019, os quais exibiram pouca variação no número de publicações (Tabela 1). Vale destacar que identificamos a maioria dessas publicações no contexto internacional, abrangendo estudos de diferentes nacionalidades.

Tabela 1 - Distribuição das produções acadêmicas nacionais e internacionais sobre QSC localizadas na primeira fase de buscas (nos periódicos) conforme ano de publicação

Periódicos (Classificação Qualis/CAPES)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
<i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> (A2)	0	0	2	1	0	1	1	1	0	1	7
<i>Ciência & Educação</i> (A1)	0	0	0	0	1	1	3	0	2	0	7
<i>Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências</i> (A1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3
<i>Investigações em Ensino de Ciências</i> (A2)	0	1	0	0	1	1	2	1	1	0	7
<i>Revista Eletrônica ARETÉ (Manaus) - Revista Amazônica de Ensino de Ciências</i> (A1)	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
<i>Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia</i> (A2)	0	0	0	0	1	1	2	0	0	3	7
<i>Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia</i> (A2)	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	5
<i>AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas</i> (A2)	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	4
<i>REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática</i> (A2)	0	0	0	3	0	2	0	1	2	2	10
<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> (A2)	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
<i>Science & Education</i> (A1)	0	1	2	0	3	1	1	3	2	2	15
<i>Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias</i> (A2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>International Journal of Science Education</i> (A1)	2	5	5	3	3	7	10	0	1	6	42
<i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i> (A1)	0	0	1	0	3	1	1	0	0	1	7
<i>Cultural Studies of Science Education</i> (A1)	2	1	0	0	0	4	0	0	0	1	8
<i>Enseñanza de las Ciencias</i> (A1)	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
TOTAL	6	9	11	9	16	21	20	8	11	18	129

Fonte: Elaboração própria.

No segundo momento das buscas, realizadas nas bases de dados ERIC e Google Acadêmico, identificamos, com o uso das *strings* de busca para filtrar os artigos sobre o tema, um número mais expressivo de publicações (183 no ERIC, considerando o recorte temporal, e um número elevado no Google Acadêmico, devido à inclusão de outros tipos de produções acadêmicas, como teses, dissertações e livros). Após as etapas de refinamento e a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão previamente descritos, selecionamos treze (13) publicações relevantes relacionadas ao tema. Cabe mencionar que, embora esses estudos mencionem os termos “ética” e/ou “moral”, trazendo breves considerações sobre a dimensão moral na tomada de decisões em QSC, não caracterizam um estudo que tenha a moralidade em QSC como central, não sendo considerados neste estudo. Assim, somando-se as três publicações oriundas das buscas em periódicos com as treze (13) localizadas nas bases de dados consultadas, constituímos o *corpus* de análise, composto por dezesseis (16) produções acadêmicas (artigos) – sendo duas de natureza teórica e as demais de natureza empírica –, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Artigos selecionados e analisados

Código	Autores (ano)	Título (<i>periódico</i>)	Natureza da Pesquisa
A1	Silva, G. B.; Queiroz, S. L. (2019)	Sensibilidade moral de licenciandos em Química: questões sociocientíficas em foco (<i>Educação e Fronteiras</i>)	Empírica
A2	Almeida, M. T.; Guimarães, M. A. (2019)	Raciocínio moral em questões sociocientíficas: argumentação de licenciandos de ciências sobre a eutanásia (<i>Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática</i>)	Empírica
A3	Tsai, C.; Jack, B. M. (2019)	Antecedent factors influencing ethics-related social and socio-scientific learning enjoyment (<i>International Journal of Science Education</i>)	Empírica
A4	Cebesoy, Ü. B. (2020).	Investigating Turkish Pre-Service Science Teachers' Moral Reasoning in Genetics Related (<i>Socioscientific Issues. Journal of Science Learning</i>)	Empírica
A5	Uzel, N. (2020)	Impact of an SSI Program on Prospective Teachers' Character and Values for Global Citizens (<i>International Journal of Progressive Education</i>)	Empírica

A6	Machado, D. S.; Razera, J. C. C. (2021)	Um perfil da interface entre sensibilidade moral e compreensão de natureza da ciência durante a resolução de questões sociocientíficas (<i>Investigações em Ensino de Ciências</i>)	Empírica
A7	Seiter, K. M.; Fuselier, L. (2021)	Content Knowledge and Social Factors Influence Student Moral Reasoning about CRISPR/Cas9 (<i>Humans. Journal of Research in Science Teaching</i>)	Empírica
A8	Turgut, D.; Yakar, Z. (2021)	Socioscientific Issues and Pre-Service Science Teachers' Bioethical (<i>Values. Problems of Education in the 21st Century</i>)	Empírica
A9	Cebesoy, U. B. (2021)	Pre-Service Science Teachers' Informal Reasoning Patterns and Risk Perceptions in SSI: Case of Gene Therapy (<i>European Journal of Science and Mathematics Education</i>)	Empírica
A10	Mendonça, P. C. C.; Vargas, I. B. (2022)	Práticas epistêmicas e abordagem das QSC com o foco no ensino explícito de ética e moral (<i>Investigações em Ensino de Ciências</i>)	Empírica
A11	Silva, G. B.; Queiroz, S. L. (2023)	Promovendo e identificando a sensibilidade moral de licenciandos em química (<i>Educación Química</i>)	Empírica
A12	Garrecht, C.; Czinczel, B.; Kretschmann, M.; Reiss, M. J. (2023)	'Should we be doing it, should we not be doing it, who could be harmed?' Addressing ethical issues in science education (<i>Science & Education</i>)	Empírica
A13	Gisewhite, R. A. (2023)	A whale of a time: Engaging in a war of values for youth activism in science education (<i>Cultural Studies of Science Education</i>)	Teórica
A14	Van Der Leij, T.; Goedhart, M.; Avraamidou, L.; Wals, A. (2024a)	Designing a module for supporting secondary biology students' morality through socioscientific issues in the human-nature context (<i>Journal of Biological Education</i>)	Empírica
A15	Van Der Leij, T.; Goedhart, M.; Avraamidou, L.; Wals, A. (2024b)	High school biology students' use of values in their moral argumentation and decision-making (<i>Journal of Moral Education</i>)	Empírica
A16	Mamutse, K. (2024)	Towards the integration of ethico-socio-scientific issues in science teaching in South Africa: a conceptual analysis (<i>Interchange: A Quarterly Review of Education</i>)	Teórica

Fonte: Elaboração própria.

Esta seção está dividida em duas partes que compreendem as categorias mais abrangentes já mencionadas. Na primeira parte, apresentamos uma caracterização geral das publicações, incluindo a natureza das pesquisas, o público-alvo (participantes), a abordagem

metodológica das investigações, as instituições às quais estão vinculadas, as áreas associadas, as temáticas sociocientíficas abordadas e os principais autores do campo da moral. Essa parte busca responder às questões norteadoras de (b) a (h), considerando que a primeira questão já foi abordada no início desta seção. Na segunda parte, fundamentamos nossa análise nos artigos empíricos para compreender como a moral é tratada nesses estudos, o que permite identificar as possíveis contribuições desses trabalhos e responder às questões (i), (j) e (k).

2.3.1 Caracterização das produções sobre o tema

Durante o processo de realização das buscas das publicações, pudemos verificar o amplo uso dos termos “moral”, “ética”, “aspectos éticos e morais”, “dilemas morais”, “desafios éticos” e “valores” atrelados à caracterização das QSC. Essas evidências sugerem que uma parte considerável das pesquisas desenvolvidas com QSC reconhece a dimensão ética e moral como um elemento importante envolvido na tomada de decisão sobre QSC. Entretanto, na maior parte dessas produções, esses termos figuram apenas como menções pontuais, sem que um enfoque mais aprofundado seja direcionado. Em outras palavras, apesar de apontarmos a dimensão ética e moral como um elemento integrante da natureza das QSC, ela não constitui o foco central de investigação nesses estudos.

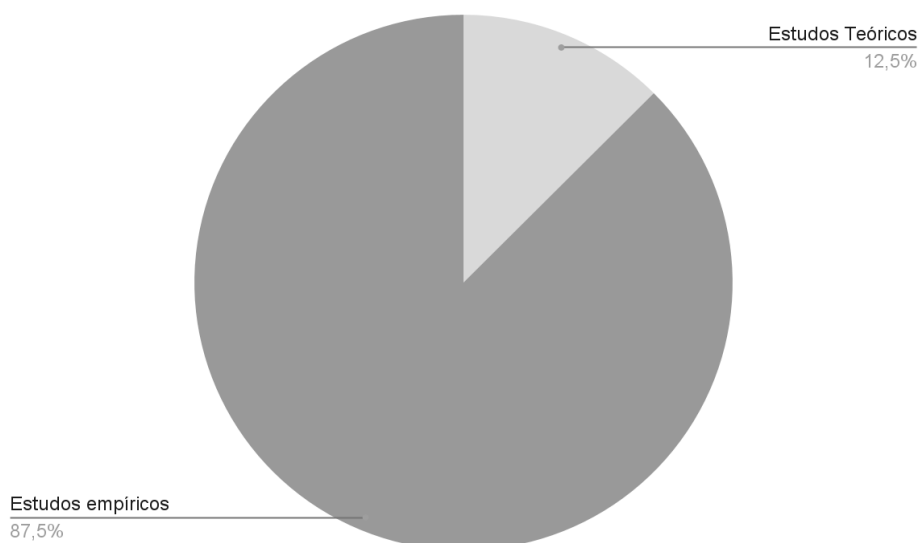
Essa constatação está em consonância com os achados de um estudo anterior realizado por Silva e Santos (2014), cujo objetivo também incluiu a realização de uma revisão sobre o lugar da moral nas pesquisas em QSC. Isso sugere que, apesar da passagem de tempo entre o estudo desses autores e o nosso, não houve mudanças significativas. Esses aspectos chamam a nossa atenção, visto que a literatura da área (Ratcliffe; Grace, 2003; Sadler, 2004a; Sadler; Donnelly, 2006; Fowler; Zeidler; Sadler, 2009; Martínez Pérez, 2012) tende a considerar os aspectos éticos e morais como características essenciais das QSC, além de destacar sua importância na abordagem dessas questões.

b) Qual a natureza desses estudos?

Dos 16 artigos que compõem nosso *corpus* de análise, 14 (87,5%) – A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A14 e A15 – referem-se a estudos de natureza empírica, enquanto 2 (12,5%) – A13 e A16 – são de natureza teórica (Figura 3). Aqui consideramos como **estudos teóricos** aqueles cuja principal finalidade é analisar, discutir ou sistematizar conceitos,

fundamentos filosóficos e referenciais teóricos sem recorrer à coleta de dados empíricos originais. Já os **estudos empíricos** foram por nós identificados como aqueles que, além do embasamento teórico, envolvem a coleta e análise de dados primários – tais como entrevistas, questionários, registros de práticas pedagógicas ou produções escritas –, com o intuito de investigar situações concretas de ensino, aprendizagem ou formação docente. Nos estudos classificados como empíricos, analisamos também aspectos como o público-alvo investigado, os métodos e instrumentos de coleta e análise de dados, com atenção especial à forma como os aspectos éticos e morais foram abordados nas respectivas investigações. Quanto à distribuição desses trabalhos por ano, identificamos três (3) em 2019, dois (2) em 2020, quatro (4) em 2021, dois (2) em 2022, três (3) em 2023 e três (3) em 2024.

Figura 3 - Proporção de artigos teóricos e empíricos em estudos sobre moralidade



Fonte: Elaboração própria.

No que diz respeito aos dois estudos teóricos, o primeiro deles, A13 (Gisewhite, 2023), desenvolvido no contexto da Universidade do Sul do Mississippi, localizada nos Estados Unidos, consistiu em uma análise teórica que explorou como a educação científica em contextos não formais de ensino – como museus, aquários e atividades comunitárias – pode ser empregada para abordar dilemas éticos e questões sociocientíficas, com ênfase no contexto de mamíferos marinhos. As controvérsias envolvidas na pesca e conservação de mamíferos, como golfinhos e baleias, abrangem diversos dilemas éticos e sociais, dentre os quais se destacam os conflitos entre a conservação dos mamíferos marinhos e as atividades humanas, tais como pesca, turismo e pesquisa, exemplificando a “caça científica”, um tema polêmico que envolve a tensão entre

argumentos que buscam justificá-la em favor do avanço das pesquisas e aqueles que se opõem devido ao sofrimento causado aos animais. Além disso, a discussão sobre os direitos dos animais emerge como uma questão ética relevante, questionando se os mamíferos marinhos deveriam ter direitos semelhantes aos dos humanos. Outro ponto destacado é o impacto das atividades humanas na vida marinha, que abrange a forma como as sociedades devem responder a esses desafios, equilibrando o desenvolvimento econômico e científico com a proteção ambiental.

A autora propõe uma abordagem que integra a ética à educação científica, argumentando que a exposição a dilemas éticos e questões controversas – como as que envolvem mamíferos marinhos – pode contribuir para o desenvolvimento de empatia e pensamento crítico nos alunos, além de promover uma compreensão mais profunda das implicações morais de suas ações. Essa abordagem visa preparar os alunos para serem cidadãos informados e engajados, capazes de lidar com os desafios éticos que surgem em contextos científicos e sociais. Nesse sentido, o artigo defende que essa abordagem não se restringe à aquisição de conhecimento científico, mas também se estende à formação de valores e à capacidade de agir de maneira ética em relação a problemas sociais e ambientais. Propõe-se, ainda, o uso de experiências fenomenológicas e de outras perspectivas éticas, com o objetivo de promover um vínculo mais profundo com o ambiente, a partir da contribuição das experiências vivenciadas em espaços não formais de ensino.

Nesse estudo, verificamos que Gisewhite (2023), para apoiar sua perspectiva ética, recorre a autores como a filósofa francesa Simone de Beauvoir, que defende que a moralidade envolve agir pela liberdade do “outro”, pressuposto importante em nossa abordagem; o filósofo inglês J. Baird Callicott, do campo da filosofia e ética animal, que, no contexto da teoria de valor não antropocêntrico, defende o valor intrínseco de formas de vida não humanas e argumenta em defesa da responsabilidade humana na restituição dos recursos naturais; a educadora americana Nel Noddings, que propõe a ética do cuidado, priorizando comportamentos éticos a partir de relações interpessoais e do bem-estar do outro; e o psicólogo suíço Jean Piaget, cujas contribuições para os estudos sobre o desenvolvimento moral das crianças foram ressaltadas. Dentre as referências sobre QSC e moral, destacamos o estudo de Sadler e Zeidler (2004). Dessa forma, a partir de diversos autores, Gisewhite discorre sobre sua proposta de como a “*erotic ethic*” (ética erótica), introduzida e defendida por ela, pode ser abordada na educação científica, com o objetivo de promover uma maior conexão emocional e responsabilidade em relação ao meio ambiente e aos outros seres.

A autora sugere que, ao engajar os estudantes em discussões sobre o valor intrínseco dos animais marinhos e as complexidades das interações humanas com esses seres, é possível cultivar uma ética de cuidado e responsabilidade, sendo necessário prepararmos os jovens para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos e incentivar uma mudança de perspectiva. Dessa forma, explora elementos de conexão emocional com a natureza no contexto da educação científica a partir da abordagem de uma questão sociocientífica.

Por sua vez, o segundo artigo de natureza teórica, A16 (Mamutse, 2024), desenvolvido no contexto da Universidade de Joanesburgo, localizada na África do Sul, abordou a importância da integração de questões éticas e sociocientíficas no ensino de Ciências. O autor argumenta que a ciência deve ser compreendida como uma prática humana profundamente ligada a valores sociais e éticos, salientando a contribuição da discussão de questões controversas para o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades críticas nos alunos, como a capacidade de fazer julgamentos fundamentados e de respeitar diferentes pontos de vista. Entre os referenciais sobre QSC e moral, destacam-se autores amplamente utilizados na literatura, como Dana L. Zeidler, Troy D. Sadler, Mary Ratcliffe, Marcus Grace, Ralph Levinson e Stein Dankert Kolstø. Particularmente, nas questões ética e moral, ressaltamos o antropólogo francês Didier Fassin e o pesquisador Hyemin Han, entre outros textos utilizados. Apesar dos anúncios apresentados pelo autor sobre as contribuições da abordagem de questões éticas e sociocientíficas no ensino de Ciências, evidenciamos a existência de alguns desafios que os professores enfrentam ao abordar essas questões. Esses desafios podem contribuir para que a abordagem de questões controversas seja desencorajada, incluindo a falta de preparação e recursos para sua abordagem, o que pode resultar em hesitação em incluir esses tópicos no currículo, bem como desafios advindos dos documentos curriculares educacionais, como expõe o autor.

Neste momento, direcionamos nosso olhar para os artigos empíricos. No que diz respeito às produções acadêmicas de natureza empírica, assim como no estudo de Silva e Santos (2014), nosso estudo também revelou uma maior quantidade de estudos empíricos sobre o tema, evidenciando o modo como a área vem se constituindo. Para a análise dessas produções, identificamos aspectos como: instituições, país de origem da pesquisa, participantes, principais temáticas sociocientíficas abordadas, tipo de pesquisa e referencial teórico sobre moral utilizado.

c) A quais instituições e nacionalidades estão vinculadas essas produções acadêmicas, considerando o vínculo dos autores?

Essas pesquisas abrangem diferentes países de origem, com o maior número de contribuições (5) desenvolvidas no Brasil (A1, A2, A6, A10, A11), seguido pela Turquia, com 4 (A4, A5, A8, A9), Holanda, com 2 (A14, A15), Estados Unidos, com 1 (A7), Taiwan, com 1 (A3), e Alemanha, igualmente, com 1 (A12). Ao compararmos esses dados com o estudo anterior de Silva e Santos (2014), constatamos algumas mudanças em relação à nacionalidade dessas publicações sobre QSC centradas na moral. Na pesquisa mencionada, identificamos maior concentração de estudos nos Estados Unidos (4), seguidos pelo Brasil (3) e pela Coreia do Sul (2). Outros países, como Nova Zelândia, República da Eslovênia, Japão e Inglaterra, apareceram com apenas um estudo cada. Por outro lado, em nossos resultados atuais, observamos um cenário distinto: o Brasil se destaca pela quantidade de publicações sobre o tema, seguido pela Turquia, país que não apareceu na pesquisa de Silva e Santos (2014).

Esses resultados podem indicar um novo movimento de investigações desenvolvidas em outros países, que vêm se dedicando a investigar o tema. Cabe mencionar, ainda, que o número reduzido de pesquisas oriundas dos Estados Unidos e a ausência da Coreia do Sul não refletem a totalidade das pesquisas em QSC, mas apenas a perspectiva que não direciona a análise para a dimensão moral dessas questões, evidenciada durante as primeiras etapas de seleção de publicações, especialmente na base ERIC, em que localizamos vários artigos dessas nacionalidades. Outra importante constatação consiste no fato de que a identificação de novos estudos em países não mencionados no estudo citado, como Turquia, Holanda, Taiwan e Alemanha, pode ser um indicativo significativo da relevância que pesquisadores da área de Educação em Ciências desses países vêm atribuindo ao tema.

Ademais, essas investigações foram realizadas no contexto de diferentes instituições de vínculo dos autores. No Brasil, destacamos a Universidade de São Paulo (USP), com 2 artigos (A1, A11); a Universidade Federal de Sergipe (UFS), com 1 (A2); as Universidades Estadual Paulista (UNESP) e Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), com 1 (A6), e a Universidade de Ouro Preto (UFOP), com 1 (A10). Na Turquia, destacamos a Usak University, com 2 artigos (A4, A9); a Gazi University, com 1 (A5), e a Pamukkale University, com 1 (A8). Na Holanda, destacamos a Utrecht University, com 2 (A14, A15). Destacamos, ainda, as instituições: University of Louisville, nos Estados Unidos, com 1 (A7); National Sun Yat-Sen University,

em Taiwan, com 1 (A3); e o IPN - Leibniz Institute for Science and Mathematics Education, na Alemanha, com 1 (A12).

Buscando responder às questões norteadoras “d) A qual público-alvo está sendo direcionada a investigação da dimensão ética e moral das QSC?; e) Qual a abordagem metodológica do estudo?”, identificamos que a maioria das pesquisas (11, a saber: A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11 e A12) foi realizada com professores – especialmente aqueles em formação inicial –, enquanto apenas três (3) pesquisas tiveram como público-alvo estudantes da educação básica (A3, A14 e A15).

Em relação à abordagem metodológica dos estudos, identificamos que a maioria (10 artigos) se refere a pesquisas qualitativas (A1, A2, A4, A6, A7, A9, A10, A11, A12, A15), enquanto duas (2) apresentam abordagem quantitativa (A3, A8) e uma (1) adota métodos mistos (A5). Além disso, identificamos uma pesquisa com design educacional (A14).

f) Quais as áreas das Ciências Naturais mais associadas a essas pesquisas? e g) Que temáticas sociocientíficas vêm sendo abordadas nesses estudos?

Em relação aos temas sociocientíficos abordados nesses estudos, identificamos que a maioria compreende temáticas relacionadas à biologia, conforme evidenciado também por Silva e Santos (2014). Nesse sentido, destacamos, por exemplo, as aplicações de genética e biotecnologia no artigo A4 (Cebesoy, 2020); a eutanásia no A2 (Almeida; Guimarães, 2019); problemas ambientais, como espécies ameaçadas de extinção, no A5 (Uzel, 2020), e conservação de espécies no A14 (Van Der Leij *et al.*, 2024a); o xenotransplante no A6 (Machado; Razera, 2021); o uso da tecnologia CRISPR/Cas9 para modificações genéticas não médicas em humanos no A7 (Seiter; Fuselier, 2021); e a biotecnologia e suas aplicações, que englobam engenharia genética, tecnologias reprodutivas, clonagem e o uso de células-tronco embrionárias, no A8 (Turgut; Yakar, 2021). Também observamos a abordagem da terapia gênica no A9 (Cebesoy, 2021b) e o consumo de carne animal nos artigos A10 (Mendonça; Vargas, 2022), A14 (Van Der Leij *et al.*, 2024a) e A15 (Van Der Leij *et al.*, 2024b); além disso, a experimentação animal foi tema do A12 (Garrecht *et al.*, 2023).

Ademais, identificamos temáticas relacionadas à química e ao impacto da química na sociedade, como o desenvolvimento de armas nucleares, exemplificado pela construção da bomba atômica nos artigos A1 (Silva; Queiroz, 2019) e A11 (Silva; Queiroz, 2023). Por fim,

registramos um artigo sem um tema sociocientífico específico, o A3 (Tsai; Jack, 2019), que abordou, de maneira mais geral, questões apresentadas na mídia de notícias.

h) Quais os principais autores usados para embasar as discussões sobre ética e moral nas investigações sobre QSC?

Nesses estudos, identificamos uma diversidade de referenciais teóricos para embasar a compreensão e as discussões sobre as dimensões ética e moral das QSC (Quadro 5). Nesse sentido, alguns autores do campo da Psicologia e Filosofia Moral são citados, dentre os quais se destacam: Jean Piaget, Lawrence Kohlberg, Carol Gilligan, Yves de La Taille, Immanuel Kant, James Rest, Angela Biaggio, Jürgen Habermas e Jonathan Haidt. Além disso, no campo da bioética e da ética ambiental, destacamos Van Rensselaer Potter. Além dos autores do campo da Psicologia e Filosofia Moral, os estudos também se apoiaram em uma vasta literatura que discute esses aspectos das dimensões ética e moral no campo da educação e, particularmente, no campo da Educação em Ciências e QSC, destacando os autores Dana L. Zeidler, Troy D. Sadler, Mary Ratcliffe e Marcus Grace. As contribuições desses autores para os estudos sobre ética e moral na abordagem das QSC são evidenciadas na literatura da área.

Quadro 5 - Referenciais teóricos sobre moralidade citados nos artigos empíricos

Artigos	Principais referenciais teóricos citados
A1	Bebeau, M. J. <i>et al.</i> (1995); Cohen, T. R.; Morse, L. (2008); Costa, C. F. (2002); Fowler, S. R.; Zeidler, D. L.; Sadler (2009); Guimarães, M. A. (2010); Kant, I. (2005); La Taille, Y. (2006); Lee, H. <i>et al.</i> (2012); Rest, J. R.; Bebeau, M. J.; Volker, J. (1986); Zeidler, D. L.; Keefer, M. (2003)
A2	Biaggio, A. M. B. (2006; 2007); Duska, R.; Whelan, M. (1994); Guimarães, M. A.; Carvalho, W. L. P. (2009); Guimarães; Carvalho; Oliveira (2010); Kohlberg, L. (1971; 1977); Rachels, J.; Rachels, R. (2013); Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. (2004)
A3	Eden, A.; Daalmans, S.; Johnson, B. K. (2017); Hare, R. M. (1981); Houser, R. <i>et al.</i> (2011); Howitt, S. M.; Wilson, A. N. (2018); Jack, B. M (2018a); Lee, H. <i>et al.</i> (2012); Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. (2004); Sadler, T. D. (2004); Saunders, K. J.; Rennie, L. J. (2013); Zeidler, D. L.; Sadler, T. D. (2008)
A4	Fowler, S. R.; Zeidler, D. L.; Sadler (2009); Lee, H. <i>et al.</i> (2012); Sadler, T. D. (2004a,b); Sadler, T. D.; Donnelly, L. A. (2006); Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. (2004); Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. (2004); Sadler <i>et al.</i> (2006); Zeidler, D. L.; Keefer, M. (2003), Zeidler, D. L.; Schafer, L. E. (1984)

A5	Berenguer, J. (2010); Chen, Y.; So, W. W. M. (2017); Fowler, S. R.; Zeidler, D. L.; Sadler (2009); Herman, B. C., Zeidler, D. L.; Newton, M. (2018); Ko, Y.; Lee, H. (2017); Lee, H. <i>et al.</i> (2012; 2013); Öztürk, N. (2019); Sternäng L.; Lundholm, C. (2011); Uzel, N. (2014)
A6	Meneses, R. D. B. (2010); Penha, S. P.; Carvalho, A. M. P. (2013); Ramos, A. (2007); Razera, J. C. C. (2006); Reis, P. (2007); Sadler, T. D. (2004a,b); Schick Tanz, S. (2006); Silva, G. B.; Queiroz, S. L. (2019); Tirri, K.; Nokelainen, P. (2011)
A7	Beekun, <i>et al.</i> (2010); Caravita <i>et al.</i> (2012); Colby, <i>et al.</i> (1983); Côté, S., Piff, P. K.; Willer, R. (2013); Dhull, I.; Kumar, N. (2012); Gerson, M. W.; Neilson, L. (2014); Gilligan, C. (1982); Gunderson, M. (2007); Haidt, J.; Koller, S. H.; Dias, M. G. (1993); Hammond, J. (2010); Jaffee, S., & Hyde, J. S. (2000); King, P. M.; Mayhew, M. J. (2002); Kohlberg, L. (1981); Krinsky, S. (2019); Lee, H. <i>et al.</i> (2012); Mayhew, M. J.; Engberg, M. E. (2010); Piaget, J. (1972); Rest, J. (1974); Rest, J. <i>et al.</i> (1999); Sadler, T. D.; Donnelly, L. A. (2006); Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. (2003); Siani, M.; Assaraf, O. B.-Z. (2015); Zeidler, D. L.; Keefer, M. (2003); Zeidler, D. L.; Sadler, T. D. (2007); Zeidler, D. L.; Schafer, L. E. (1984)
A8	Chapman, A. R. (1999); Erol Işık, N. (2003); Jonsen, A. R. <i>et al.</i> (1998); Kolarova, T. A.; Denev, I. D. (2012); Kolstø, S. D. (2001); Kuhse, H., U Sch, & Singer, P. (2001); Macer, D. (2004; 2008); Potter, V. R. (1971); Sadler, T. D. (2004); Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. (2004); Silva, P. R. <i>et al.</i> (2012); Yıldırım, A. E.; Çobanoğlu, N. (2017); Zeidler, D. L. (1984)
A9	Črne-Hladnik, H. <i>et al.</i> (2012); Lee, H. <i>et al.</i> (2012); Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. (2004a); Sadler, T. D. <i>et al.</i> (2006)
A10	Barata, R. B. (2005); Nacone, C. M. (2006); Nunes-Neto, N.; Conrado, D. M. (2021); Rachels, J.; Rachels, S. (2014); Regan, T. (2013); Sadler, T. D. (2004); Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. (2003)
A11	Bebeau, M. J. (1995); Bebeau, M. J. (2014); Costa, C. F. (2002); Fowler, S. R.; Zeidler, D. L.; Sadler, T. D. (2009); Lee, A. M.; Coleman, R.; Molyneux, L. (2016); Rest, J. R.; Bebeau, M. J.; Volker, J. (1986)
A12	Bazzul, J. (2015); Reiss, M. J. (2001); Sadler, T. D.; Zeidler, D. L. (2003); Wood, N. (2020); Zeidler, D. L.; Sadler, T. D. (2008)
A13	Bagnoli, C. (2013); Berkowitz, M. W.; Gibbs, J. C. (1983); Black, S. (2013); Curry, P. (2011); Fowler, S. R.; Zeidler, D. L.; Sadler, T. D. (2009); Habermas, J. (1991); Hart, D.; Carlo, G. (2005); Jickling <i>et al.</i> (2021); Kohlberg (1976); Mephan, B. (2018); Narvaez, D.; J. Rest (1995); Nucci, L. (2013); Piaget, J. (1932); Rest, J. R. <i>et al.</i> (1999); Saunders, K. J.; L. J. Rennie (2013); Sternäng, L.; Lundholm, C. (2011); Van Der Zande, P. M <i>et al.</i> (2009); Williams, B. (1981); Zeidler, D. L.; Keefer, M. (2003)
A14	Armstrong, S. J.; Botzler, R. G. (1993); Bagnoli, C. (2013); Black, S. (2013); Curry, P. (2011); Hart, D.; Carlo, G. (2005); Jickling <i>et al.</i> (2021); Jickling, B.; Paquet, P. C. (2005); Mephan, B. (2018); Narvaez, D.; Rest, J. R. (1995); Nucci, L. (2013); Piaget, J. (1932); Rest, J. R. <i>et al.</i> (1999; 2000); Ridge, M. (2019); Rittel, H. W. J.; Webber, M. M. (1973); Williams, B. (1981); Zeidler, D. L.; Sadler, T. D. (2008)

Fonte: Elaboração própria.

Desse modo, após a breve caracterização das produções levantadas, nossos achados revelam, quando comparados ao cenário das publicações sobre o tema constatado no estudo de Silva e Santos (2014), um recente, ainda que tímido, aumento de pesquisas que focam nos aspectos éticos e morais na abordagem das QSC. Além disso, percebemos uma ampliação do repertório teórico nos últimos anos para os estudos sobre a dimensão ética e moral, o que indica um possível avanço nas pesquisas sobre o tema, considerando que esses artigos tendem a citar e embasar-se em estudos anteriores.

2.3.2 O que essas produções enunciam que permite inferir sobre o lugar ocupado pela moral nas pesquisas sobre QSC?

Após a caracterização geral das produções acadêmicas, analisamos os estudos empíricos com base no foco temático identificado – buscando responder às questões norteadoras “i) Que lugar ocupa a moral nos trabalhos que abordam QSC?; j) Qual o foco temático dessas investigações?; k) O que nos dizem essas publicações sobre o tema?” –, considerando as categorias utilizadas por Silva e Santos (2014) e as adaptações necessárias, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Categorização das pesquisas sobre o tema por foco temático

Foco temático		Nº de artigos	Artigos
(a) Aspectos éticos e morais de estudantes e professores	Estudantes da educação básica	2	A3; A15
	Formação de professores	10	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11
(b) Visões de professores sobre o ensino de questões éticas no ensino de Ciências		1	A12
(c) Propostas pedagógicas		1	A14

Fonte: Elaboração própria.

(a) Aspectos éticos e morais de estudantes e professores

A maioria dos artigos (12) sobre o tema focou nos aspectos éticos e morais de estudantes e professores. Dentre esses, 10 (A1, A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11) abordaram o

contexto da formação de professores, enquanto 2 (A3 e A15) foram realizados no âmbito da educação básica. Com exceção do artigo A12, que contemplou tanto futuros professores em formação inicial quanto professores experientes em atuação, os demais estudos realizados no contexto da formação de professores envolveram cursos de formação inicial docente na área das Ciências da Natureza, sendo a maioria relacionada a cursos de licenciatura em Ciências Biológicas.

Os dois artigos que envolveram estudantes da educação básica apresentaram intenções de investigação distintas. No primeiro, A3, realizado em Taiwan, foi investigado como disposições afetivas e julgamentos morais influenciam o prazer individual na aprendizagem de ética e questões sociocientíficas. No segundo, A15, conduzido na Holanda, foi analisado como uma intervenção impacta o uso de valores na argumentação moral e na tomada de decisão em questões sociocientíficas relacionadas à natureza humana. No artigo A3, foi destacado que explorar questões científicas eticamente conectadas ao prazer pessoal pode promover um senso de liberdade e engajamento nos alunos.

Por sua vez, o artigo A15 buscou compreender a relação entre os alunos e os objetos morais, bem como de que modo essa conexão influencia suas decisões, utilizando uma matriz ética para explorar diferentes argumentos e valores morais. Os principais resultados indicaram que o uso de valores pelos alunos variou entre as questões abordadas. Ademais, embora a intervenção tenha promovido uma maior consciência sobre valores pessoais relevantes, sua influência na relação entre o agente moral (aluno) e o objeto moral (tópico) foi limitada. Assim, o estudo sugere que intervenções como essa possuem potencial, mas demandam maior teorização e investigação para aprimorar sua eficácia.

Com relação aos artigos desenvolvidos no contexto da formação de professores, observamos o uso de diversos modelos, teorias e questionários como instrumentos para coletar e analisar informações sobre os aspectos éticos e morais. Destacam-se: os Níveis de Raciocínio Moral de Kohlberg, utilizados no artigo A2 (Almeida; Guimarães, 2019); o Modelo dos Quatro Componentes, aplicado nos artigos A1 (Silva; Queiroz, 2019) e A11 (Silva; Queiroz, 2023); o “*Bioethical Values Questionnaire*” (BVQ), empregado no artigo A8 (Turgut; Yakar, 2021); as categorias de raciocínio moral (consequencialista, baseado em princípios e emotivo), adotadas nos artigos A4 (Cebesoy, 2020), A7 (Seiter; Fuselier, 2021) e A9 (Cebesoy, 2021b); e o Questionário CVGCA (*Character and Values as Global Citizens Assessment*), utilizado no artigo A5. Outros estudos basearam-se na Análise de Conteúdo e na identificação temática dos

aspectos éticos e morais presentes em seus participantes, como no caso do artigo A6 (Machado; Razera, 2021).

Dentre as estratégias para investigar aspectos do domínio moral, o Modelo dos Quatro Componentes (Rest; Bebeau; Volker, 1986) – o qual sugere que a moralidade é construída com base em quatro componentes: a sensibilidade moral, o julgamento moral, o comprometimento moral e o caráter moral/perseverança moral – foi utilizado nas produções A1 (Silva; Queiroz, 2019) e A11 (Silva; Queiroz, 2023), nas quais os autores empregam essa estrutura teórica para investigar e avaliar a capacidade dos licenciandos em reconhecer e responder a questões morais em situações específicas. Em ambos os estudos, foram adaptados casos extraídos de textos quadrinizados e utilizada uma grelha de aspectos morais, que serve como principal instrumento de análise das respostas dos alunos. Essa grelha inclui elementos fundamentais para a análise da sensibilidade moral, como as partes envolvidas, as consequências das ações, as obrigações do responsável pela decisão e os conflitos presentes na situação.

Os autores buscam entender a quantidade de elementos morais que os licenciandos conseguem identificar e discutir em suas respostas, argumentando que uma maior presença de tais elementos reflete uma sensibilidade moral mais desenvolvida. As pesquisas concluem que, apesar de os licenciandos começarem com um nível baixo de sensibilidade moral, as intervenções em sala de aula foram eficazes em potencializar essa sensibilidade, evidenciando a adequação do Modelo dos Quatro Componentes para implicar discussões importantes sobre ética e moral no contexto da formação de professores de Ciências (Fowler; Zeidler; Sadler, 2009). Esse modelo é apontado como uma possibilidade para desenvolver estratégias mais efetivas, além de servir como um meio robusto para investigar e analisar o desenvolvimento moral em pesquisas educacionais.

A sensibilidade moral diz respeito à capacidade do indivíduo de perceber implicações éticas, constituindo-se como essencial na discussão de temas controversos que envolvem dilemas éticos e morais. Trata-se de um elemento fundamental para que a tomada de decisão, bem como as ações, seja mobilizada. Assim, argumentamos que, se o indivíduo não possui a capacidade de identificar possíveis implicações éticas, dificilmente conseguirá perceber os conflitos, contradições e controvérsias presentes em uma QSC, o que impactará sua percepção sobre ela. A relevância de desenvolver a sensibilidade moral tem sido amplamente defendida (Sadler, 2004b; Guimarães; Carvalho; Oliveira, 2010; Guimarães, 2011).

Por sua vez, no estudo A8, conduzido por Turgut e Yakar (2021), o objetivo foi avaliar os valores bioéticos de professores de Ciências em formação e como esses valores são

influenciados por questões sociocientíficas relacionadas à biotecnologia, como clonagem, engenharia genética e uso de células-tronco. O estudo buscou compreender de que maneira a formação acadêmica influencia o desenvolvimento desses valores, especialmente em um contexto de rápidas mudanças e avanços na biotecnologia, que levantam questões éticas e morais importantes para a sociedade. Os aspectos éticos e morais foram investigados e analisados por meio do Questionário de Valores Bioéticos, o “BVQ”, desenvolvido especificamente para avaliar os valores bioéticos desses professores em formação. O questionário aborda diferentes dimensões éticas relacionadas a temas da biotecnologia e questões sociocientíficas. Como principais resultados, o estudo destacou que os valores bioéticos dos professores em formação aumentaram à medida que progrediam nos níveis acadêmicos, sugerindo que a experiência e o conhecimento adquiridos durante o curso impactam positivamente suas perspectivas éticas em relação a questões científicas e biotecnológicas. Além disso, foi identificada uma maior compreensão dos valores bioéticos relacionados às subdimensões “Benefícios das Aplicações da Biotecnologia”, “Ciência e Ética”, “Tecnologias Reprodutivas e Clonagem” e “Controle de Intervenções Genéticas”. Os resultados evidenciaram a diversidade de opiniões entre os professores em formação, reforçando a importância da formação inicial para lidar com as implicações éticas das ciências. O estudo também sugere a inclusão de tópicos de bioética nos currículos de formação de professores, preparando-os para educar os alunos de maneira crítica sobre essas questões relevantes.

Outros três estudos (A4, A7, A9) focaram sua análise nos aspectos éticos e morais, a partir da categorização de tipos de raciocínios morais, especialmente o raciocínio baseado em consequências (com base na análise utilitária das consequências), em princípios (centrado em normas morais e prescrições éticas) e o raciocínio emotivo (fundado nas emoções). No estudo A4 (Cebesoy, 2020), foram investigados os padrões de raciocínio moral de professores de Ciências em formação na Turquia e os fatores que influenciam suas decisões ao discutir questões sociocientíficas relacionadas à genética. Os resultados revelaram que as decisões eram geralmente baseadas nas consequências das aplicações genéticas (consequencialistas) ou baseadas em princípios, ou prescrições morais (principlistas). A maioria dos participantes utilizou o raciocínio moral baseado em consequências em suas decisões, enquanto o raciocínio baseado em princípios foi menos utilizado. Eles também usaram o raciocínio moral baseado em emoções, incluindo empatia, em suas decisões. Outros fatores também foram percebidos, como preocupações legais, éticas, econômicas e tecnológicas, além de experiências particulares.

No artigo A9, desenvolvido por Cebesoy (2021b) no ano seguinte, são explorados os padrões de raciocínio informal de professores de Ciências em formação e suas percepções de risco em relação à QSC terapia genética, com o objetivo de investigar como esses participantes tomam decisões em relação a essas QSC, levando em consideração suas justificativas e percepções sobre os fatores de risco envolvidos. O foco está no uso da terapia genética em casos de doença de Huntington e inteligência humana. Os resultados revelaram que os professores de Ciências em formação tomaram decisões utilizando um ou mais padrões de raciocínio informal (racionalista, emotivo ou intuitivo) simultaneamente. Além disso, suas percepções de risco foram baseadas no potencial e na gravidade dos efeitos sobre a humanidade e a sociedade. Além de suas percepções de risco em relação à terapia genética, eles também se referiram a aspectos positivos e negativos da tecnologia ao tomar decisões. Esses resultados reforçam a importância de incluir múltiplas formas de raciocínio informal e percepções de risco nos programas de formação inicial de professores de Ciências.

Por sua vez, o artigo A7 (Seiter; Fuselier, 2021) explorou como estudantes de um curso de formação de professores de Biologia usam o raciocínio moral ao considerar uma questão sociocientífica sobre o uso da tecnologia CRISPR/Cas9 para aprimoramento não médico em humanos. Foram identificadas instâncias de raciocínio moral baseado em consequências e princípios, e categorizadas considerações morais comumente empregadas sob esses temas amplos. Os alunos se opuseram ao aprimoramento não médico com a tecnologia CRISPR/Cas9 e o perceberam como repleto de controvérsia moral, relacionada principalmente a eugenia, equidade, diversidade, risco e autoridade da natureza. Além disso, aspectos como nível de conhecimento de conteúdo, gênero e situação socioeconômica influenciaram as considerações morais empregadas pelos alunos, e esses aspectos geraram efeitos de interação que indicam relações complexas entre eles. Como sugestão, é apontada a importância de fornecer instruções mais explícitas sobre questões sociais complexas ligadas à história da ciência e engenharia genética, como eugenia e desigualdade, além de uma investigação mais aprofundada das perspectivas morais de estudantes de diferentes contextos socioeconômicos, para que essas perspectivas possam ser integradas aos currículos, promovendo ambientes de sala de aula diversos.

Outro meio de investigar aspectos éticos e morais foi o questionário “CVGCA” (*Character and Values as Global Citizens Assessment*), empregado no artigo A5 (Uzel, 2020). Desenvolvido por Lee *et al.* (2013) e adaptado para o turco, esse questionário consiste em 13 itens avaliados em uma escala tipo Likert de cinco pontos, abordando quatro subdimensões:

visão ecológica, responsabilidade sociocientífica, sensibilidade moral e ética. No estudo de Uzel (2020), examinou-se a mudança no caráter e nos valores de futuros professores de Biologia como cidadãos globais, a partir de um programa de formação baseado em QSC, aplicando o questionário antes e depois do programa. As descobertas demonstraram que o programa melhorou a visão de mundo ecológica, a responsabilidade sociocientífica, bem como o caráter e os valores de compaixão social e moral desses futuros professores.

Como mencionado no início desta seção de resultados, identificamos que nem todos os estudos sobre o tema abordaram a dimensão moral como foco principal da investigação, mas sim como um aspecto secundário. Esse é o caso do artigo A2 (Almeida; Guimarães, 2019), desenvolvido no Brasil. Nesse estudo, os autores investigaram a extensão das habilidades argumentativas, estabelecendo a possível presença de níveis de raciocínio moral nos argumentos produzidos por professores de Ciências (Biologia, Física e Química) em formação ao discutirem a eutanásia como uma QSC. A análise dos argumentos foi realizada a partir da construção dos layouts argumentativos de cada participante, com base no modelo de Toulmin (Toulmin, 2006). Em um segundo momento, os autores analisaram esses layouts segundo os níveis de raciocínio moral propostos por Kohlberg (Biaggio, 2006). Os resultados revelaram que poucos participantes fundamentaram seus raciocínios morais em leis, sugerindo que muitos se apoiaram em princípios éticos mais pessoais ou contextuais ao tomar decisões sobre a eutanásia. Os autores destacam a necessidade de desenvolver habilidades de raciocínio moral, apontando que essas descobertas têm implicações significativas para a formação de professores. Isso reforça a importância de incorporar o desenvolvimento do raciocínio moral nos currículos de formação docente, especialmente em relação às questões sociocientíficas. Essa análise busca compreender como os participantes justificam suas ações e decisões diante de dilemas morais, como o caso da eutanásia.

A partir das análises desses artigos, constatamos que, na maioria das vezes, foram utilizados casos para abordar e investigar as dimensões ética e moral (por exemplo, A1, A2, A4, A6, A7, A9, A11), utilizando diferentes recursos para a composição dos dados, como entrevistas, grupos focais, questionários, intervenções, sequências didáticas, entre outros. Consideramos que a exposição de casos para abordar dilemas morais em QSC é potencialmente frutífera, conforme evidenciado na literatura da área (Sá; Queiroz, 2010; Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Por exemplo, nos estudos A1 (Silva; Queiroz, 2019) e A11 (Silva; Queiroz, 2023), foi utilizado um caso extraído da história em quadrinhos “Trinity: a história em quadrinhos da

primeira bomba atômica”, que aborda a construção da bomba atômica e as implicações éticas e sociais dessa construção, especialmente no contexto do Projeto Manhattan e nas decisões do cientista J. Robert Oppenheimer. Já na pesquisa A6 (Machado; Razera, 2021), empregou-se um caso fictício como base para a discussão das questões éticas e morais relacionadas ao xenotransplante. Nesse estudo de caso, conhecido como “O dilema de Miguel”, um jovem que necessita de um transplante é utilizado para refletir sobre as implicações morais do uso de órgãos de animais para salvar vidas humanas. No estudo A4 (Cebesoy, 2020), foram empregados casos que se apresentam como cenários para discutir questões sociocientíficas relacionadas à genética. Dois exemplos de casos incluídos no estudo são: “Transplante de tecido fetal”, que envolve uma reportagem fictícia sobre a possibilidade de usar células do cérebro de fetos não nascidos para tratar a doença de Alzheimer; e “Fibrose cística”, que apresenta um casal que enfrenta a decisão de interromper a gravidez ao descobrir que está esperando um bebê, considerando o histórico familiar de fibrose cística e a incerteza sobre as opções de tratamento disponíveis, as quais se encontram em fase de teste clínico.

Outro exemplo é o caso dilemático apresentado no artigo A7 (Seiter; Fuselier, 2021) relacionado ao uso da tecnologia CRISPR/Cas9, em que os participantes foram convidados a discutir a questão de se a modificação genética não médica em humanos deve ser permitida, o que levanta dilemas éticos significativos, como autoridade sobre a natureza, justiça social e as consequências de criar “bebês de designer” (projetados). No estudo A9 (Cebesoy, 2021b), foram utilizados casos específicos relacionados à terapia gênica para investigar as percepções e o raciocínio moral dos participantes. Os casos incluíram cenários de terapia gênica aplicados a condições como a Doença de Huntington. Esses casos fornecem um contexto autêntico e relevante para que os futuros professores de Ciências possam explorar decisões e raciocínios informais, considerando as complexidades éticas, sociais e científicas envolvidas na biotecnologia, como, por exemplo, a terapia gênica (Cebesoy, 2021b).

Outros estudos se basearam na Análise de Conteúdo e na temática dos aspectos éticos e morais identificados nos participantes de suas pesquisas. O artigo A6 (Machado; Razera, 2021), que teve como objetivo traçar um perfil relacional entre a sensibilidade moral e a compreensão da natureza da ciência durante a resolução de questões sociocientíficas por futuros professores de Biologia, baseou-se no modelo de dilema *ill-structured* (dilema mal estruturado) – ou seja, um dilema no qual as implicações morais envolvidas não são apresentadas de modo explícito (Sadler, 2004a) –, com a intenção de provocar reflexão sobre as complexidades morais envolvidas na QSC do xenotransplante. Para caracterizar a sensibilidade moral, os autores

utilizaram parâmetros específicos, como o reconhecimento da questão moral, recorrendo a estudos anteriores que se concentraram na investigação dessa dimensão, como os de Sadler (2004a) e Penha e Carvalho (2013). Os resultados evidenciaram que, embora exista uma dinâmica relacional entre os elementos da natureza da ciência e a sensibilidade moral, esse perfil é marcado pela predominância de elementos isolados de sensibilidade moral.

Por sua vez, o estudo A10 (Mendonça; Vargas, 2022), que investigou práticas epistêmicas emergentes em uma abordagem de ensino com QSC focada no raciocínio ético e moral na formação inicial de professores de Química, não recorreu à exposição de um ou mais casos, mas investigou os aspectos éticos e morais a partir de uma sequência didática que propôs discussões explícitas sobre ética e moral em torno do “consumo de carne animal”. O ensino envolveu a inserção de conceitos referentes às tendências de consideração moral, como egocentrismo, antropocentrismo, biocentrismo e ecocentrismo, além dos domínios da ética, especificamente o contingente e o necessário. As autoras utilizaram, como referencial teórico, os trabalhos de Conrado e Nunes-Neto (2018) para caracterizar tais tendências e domínios, permitindo que os licenciandos refletissem sobre suas visões e justificativas relacionadas ao consumo de carne e à exploração animal.

Nossa pesquisa buscou avançar em relação às pesquisas anteriores não apenas por meio de um recorte temporal mais atual, mas também na compreensão de como os aspectos éticos e morais estão sendo investigados. Nessa linha, identificamos que, dentre os elementos e recursos utilizados para investigar os aspectos éticos e morais dos professores em formação, destaca-se o recorrente uso de casos contendo dilemas éticos e morais. Além disso, diferentes estratégias de identificação e análise dessa dimensão vêm sendo estudadas e apontam para a importância da formação ética e moral no contexto da Educação em Ciências, a qual se propõe a formar cidadãos capazes de lidar eticamente com os desafios advindos do avanço da tecnociência e seus possíveis riscos e dilemas. A literatura da área tem apoiado a defesa de que o ensino explícito de ética e moral no contexto do ensino de Ciências é fundamental para o desenvolvimento moral dos estudantes (Guimarães; Carvalho, 2009; Nunes-Neto; Conrado, 2021).

(b) Visões de professores sobre o ensino de questões éticas no ensino de Ciências

Como mencionamos, apenas um estudo (A12) concentrou-se em investigar as concepções dos professores acerca do ensino de questões éticas no âmbito das ciências.

Observamos que alguns estudos anteriores (Sadler *et al.*, 2006; Barrett; Nieswandt, 2010; Brum; Schuhmacher, 2014) buscaram esclarecer as concepções dos docentes quanto ao ensino de ética no contexto das Ciências. Esse aspecto, que até o momento não tem recebido a devida atenção – conforme sinalizado no estudo anterior de Silva e Santos (2014) –, pode contribuir para a nossa compreensão das concepções, visões e perspectivas dos professores sobre as propostas que defendem e buscam uma abordagem explícita da ética na educação científica.

Na investigação que abordou esse aspecto, Garrecht *et al.* (2023) examinaram currículos, livros didáticos e as visões de professores em formação (estagiários) e de professores atuantes na Inglaterra e na Alemanha sobre o ensino de questões éticas na ciência do ensino médio, com foco particularmente nas questões éticas envolvendo testes em animais. A análise dos documentos curriculares mostrou que, em ambos os países, as considerações éticas são fortemente apresentadas. No entanto, os tratamentos gerais nos livros didáticos escolares a respeito das questões éticas relacionadas aos testes em animais eram, de maneira geral, insuficientes. Além disso, foi constatado que pouca oportunidade era oferecida aos alunos para considerar diferentes estruturas éticas. Em entrevistas com os professores, foi revelado que estes geralmente atribuíam menor importância à dimensão ética do que à dimensão do conteúdo científico.

Ademais, vários desses professores destacaram a carência de material apropriado para a abordagem dos aspectos éticos, e muitos também manifestaram preocupações de que o ensino de ética nas aulas de Ciências pudesse gerar problemas de gestão em sala de aula ou ser interpretado como doutrinação dos estudantes. De modo semelhante, Pedretti (2003) evidencia as dificuldades enfrentadas pelos professores de Ciências para abordar a dimensão política do ensino de Ciências com enfoque CTSA. Dessa forma, como argumenta Martínez-Pérez (2012, p. 98),

[...] muitos professores encaram como um verdadeiro dilema abordar questões sociocientíficas (QSC) desvalorizadas no currículo, pois essas questões indispõem a ciência tradicional transmitida aos estudantes, colocando em perigo o próprio *status* do professor e do conhecimento científico, já que a inclusão de conteúdos sociocientíficos no currículo envolve um posicionamento político e um agir crítico.

Isso não difere no caso da dimensão ética por envolver o domínio de valores. Esses resultados, como enunciam Garrecht *et al.* (2023), diante dos crescentes problemas sociocientíficos, geram grandes preocupações e demandam maiores investimentos em estudos

para repensarmos a abordagem da dimensão ética por meio das QSC, a partir de um olhar para os currículos, os livros didáticos e a formação dos professores voltada para esse ensino. Observamos que as dificuldades dos professores em lidar com o trato das QSC vêm sendo investigadas em estudos como os de Martínez-Pérez (2012) e Martínez-Pérez e Carvalho (2012). Contudo, entendemos que ainda são necessários mais estudos voltados para a concepção dos professores sobre o ensino da dimensão ética das QSC, os quais podem elucidar importantes direcionamentos para superar possíveis desafios.

(c) Propostas pedagógicas

Identificamos que um único estudo (A14) focou em investigar a dimensão ética das QSC a partir de uma proposta pedagógica. Em seu estudo, Van Der Leij *et al.* (2024a) partiram da premissa de que uma abordagem das QSC para o ensino de Biologia no ensino médio pode contribuir para envolver os estudantes em dilemas morais e para refletir sobre seus valores. Dessa forma, adotando uma metodologia de pesquisa de design, os autores procuraram desenvolver um conjunto de princípios de design para uma intervenção no ensino médio de Biologia por meio de QSC, com o intuito de apoiar a moralidade dos estudantes no contexto das relações entre o ser humano e a natureza. Além disso, considerando as especificidades desse tipo de pesquisa, outro objetivo foi concretizar os princípios de design na forma de um módulo. Como resultado, os autores formularam princípios de design que podem ser aplicados em intervenções educacionais para apoiar a moralidade dos estudantes em dilemas socioecológicos. Os princípios elaborados incluem a importância do trabalho em grupo, a utilização do Modelo dos Quatro Componentes da Moralidade e a consideração da natureza dos dilemas.

Observamos que os autores argumentam sobre a eficácia e a contribuição da intervenção no auxílio aos alunos para desenvolverem sua moralidade, incentivando sua aplicação em outros contextos educacionais. Assim, os estudantes passaram a refletir sobre seus valores e sobre a importância dos dilemas discutidos, como “consumo de carne” e “conservação das espécies”. O estudo enfatizou que o maior interesse e a consideração moral dos estudantes estavam relacionados à proximidade dos dilemas com suas vidas e valores pessoais, contribuindo para um maior engajamento. Além disso, defendeu-se a discussão de dilemas sociocientíficos como forma de promover a reflexão crítica e a discussão de valores e pontos de vista entre os alunos. Dessa forma, evidenciamos a necessidade de desenvolver pesquisas

voltadas para a criação de propostas pedagógicas que considerem a dimensão ética e moral das QSC.

Partindo da consideração de que caráter e valores são forças motrizes essenciais que guiam a tomada de decisões dos indivíduos e orientam suas ações diante de QSC globais, defendemos a importância de uma formação que contribua para o desenvolvimento de caráter e valores como cidadãos globais. Esses valores incluem uma visão de mundo ecológica, responsabilidade sociocientífica e compaixão social e moral (Lee *et al.*, 2012a), os quais são inerentes a uma formação voltada para a cidadania diante dos desafios da contemporaneidade. Assim, enxergamos a abordagem de QSC como uma possibilidade concreta de alcançar essa formação.

Diante do exposto nesta seção de apresentação e discussão dos resultados dessa revisão sistematizada da literatura, e apoiando-nos em autores que defendem e evidenciam a relevância das dimensões ética e moral na abordagem de QSC e na formação para a cidadania (Grace; Ratcliffe, 2003; Fowler; Sadler; Donnelly, 2006; Zeidler; Sadler, 2009; Lindahl, 2009; Lee *et al.*, 2012a), argumentamos em favor do ensino explícito dessa dimensão no contexto do ensino de Ciências da Natureza em diversos níveis de ensino. Além disso, conforme observamos na vasta literatura sobre QSC, entendemos que essas abordagens promovem espaços que favorecem o desenvolvimento de habilidades argumentativas, a sensibilidade moral, o pensamento crítico e a compreensão da natureza da ciência, constituindo uma forma concreta e eficaz de problematizar e discutir as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

2.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM QSC COM FOCO NAS DIMENSÕES ÉTICA E MORAL

Como mencionado, a presente revisão buscou investigar de que forma a dimensão ética e moral tem sido considerada nas investigações em QSC na área da Educação em Ciências nos últimos dez anos. Como resultado, identificamos um número pouco expressivo de estudos que centram suas análises nessa dimensão, tanto no contexto nacional quanto internacional. Isso sugere que esses estudos ainda são incipientes e apontam para um campo profícuo para novas pesquisas. No entanto, apesar da sua menção e valorização nas pesquisas, de forma geral, sobre QSC, as dimensões ética e moral são tangenciadas nas investigações. Cabe destacar as limitações de nossa revisão, pois, devido à restrição das bases de periódicos e das buscas

utilizadas, outras publicações relevantes sobre o tema podem não ter sido localizadas no período investigado. Ademais, embora se atribua grande relevância aos aspectos éticos e morais no trato das QSC e aos estudos que os consideram inerentes a essas questões, sua abordagem em pesquisas e propostas de ensino ainda é pouco elucidativa, carecendo de maior aprofundamento, o que se configura como um desafio para a área.

Constatamos, ainda, que a maioria dos estudos é de natureza empírica, direcionada a estudantes e a professores em formação inicial ou em atuação, com maior destaque para pesquisas que focam na formação inicial de professores na área das Ciências da Natureza. Entre esses, a área de Biologia se destaca, evidenciada pelo público-alvo investigado e pelas temáticas sociocientíficas, que, em sua maioria, se concentram em controvérsias específicas dessa disciplina. Outro aspecto relevante foi a localização de estudos sobre o tema a partir do ano de 2019, o que pode indicar uma preocupação relativamente recente com as questões éticas e morais das QSC.

Além disso, os referenciais teóricos que embasam os estudos sobre as dimensões ética e moral contemplam diversos estudiosos dos campos da Psicologia e da Filosofia, com destaque para o estudo da moral, devido a suas contribuições e seu pioneirismo sobre o tema. Outros autores da área da Educação em Ciências, que investigam a moral nas e a partir das QSC, também vêm ganhando destaque e se consolidando como referenciais teóricos sobre o tema. Identificamos três focos temáticos principais de investigação: (i) os aspectos éticos e morais de estudantes e professores; (ii) as visões de professores sobre o ensino de questões éticas no ensino de Ciências; e (iii) as propostas pedagógicas. Contudo, ainda há lacunas importantes a serem investigadas, como as concepções dos professores sobre o ensino de ética nas aulas de Ciências e a carência na elaboração de propostas pedagógicas que enfoquem as dimensões ética e moral na abordagem das QSC. Consideramos que isso é fundamental para contribuir com o desenvolvimento da sensibilidade moral necessária à tomada de decisões e à formação de valores e de caráter moral para uma atuação social responsável. Outro aspecto relevante que constatamos foi o uso recorrente de casos com dilemas éticos e morais, além de diferentes estratégias para identificar e analisar essa dimensão valorativa, apontando caminhos para sua abordagem, embora ainda seja necessária uma maior compreensão para a sua efetivação nos contextos de ensino.

Portanto, nossa revisão da literatura permitiu compreender o lugar que os aspectos éticos e morais das implicações científico-tecnológicas ocupam nas pesquisas que têm como enfoque as questões sociocientíficas. Como evidenciamos ao longo da apresentação e discussão dos

resultados, no presente capítulo desta tese, ainda são incipientes as publicações que direcionam seu olhar para a análise da dimensão ética e dos valores morais. Assim, nossa pesquisa aponta para a necessidade de ampliar esses estudos com foco específico nessa dimensão, fortalecendo a justificativa e a importância do objetivo central desta investigação de doutorado. Apesar de sua grande relevância, as dimensões ética e moral ainda ocupam um lugar periférico nas pesquisas em ensino de Ciências que tratam de QSC, o que evidencia uma lacuna na área. Nesta tese, pretendemos lançar luz sobre alguns aspectos dessa dimensão das QSC, com o intuito de contribuir, em alguma medida, com essa lacuna na área, sem a pretensão ousada de preenchê-la por completo, o que não seria possível diante da sua complexidade e do recorte deste estudo, mas sim de elucidar algumas compreensões e apontar a sua grande relevância para o campo.

Concluimos, neste capítulo, que, embora as pesquisas sobre os aspectos éticos e morais das QSC ainda sejam limitadas, elas se revelam como uma ferramenta crucial para o estudo dessa dimensão essencial à tomada de decisões. Além disso, entendemos que as QSC oferecem uma oportunidade para que educadores de Ciências integrem a educação científica à formação moral e à educação para uma cidadania social, política e eticamente responsável. Portanto, nossa revisão sistematizada também ressalta a importância de uma formação ética e moral no contexto da Educação em Ciências a fim de prepararmos futuros cidadãos para lidar com os desafios éticos trazidos pelo avanço da tecnociência e seus possíveis riscos, contribuindo para o desenvolvimento moral e de valores como empatia e compaixão, na busca por romper com a racionalidade instrumental, na qual esses valores tendem a ser ausentes.

CAPÍTULO 3 - QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA ERA DA ENGENHARIA GENÉTICA COMO POSSIBILIDADES PARA UMA EDUCAÇÃO CRÍTICA E HUMANIZADORA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

“O potencial perturbador de valores e representações contido na engenharia genética parece inesgotável.”
(Marcelo Leite, 2006, p. 167)

Este capítulo tem por intenção localizar discussões sobre a manipulação genética em seres humanos enquanto uma questão sociocientífica potencializadora da sensibilidade moral e de promoção de valores para a cidadania global. Para tanto, discutimos alguns aspectos relacionados aos avanços da genética e da biotecnologia, particularmente no campo da genômica e suas promessas e seus dilemas. Apontamos a questão sociocientífica envolvendo a edição genética em seres humanos com finalidades de aperfeiçoamento, apresentando o melhoramento genético como uma problemática que se configura como uma nova forma de eugenia não coercitiva, porém com implicações socioeconômicas e discriminatórias em larga escala. Por fim, apresentamos uma breve análise de documentos curriculares nacionais a respeito do tema de investigação.

3.1 ÉTICA E GENÉTICA: TECENDO ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE O ATRAVESSAMENTO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA PELOS INTERESSES DO CAPITAL

A natureza controvertida dos artefatos científico-tecnológicos está inseparavelmente ligada a juízos de valor e às suas implicações no mundo da vida, sejam elas positivas ou negativas. É inegável o potencial de diversos avanços e artefatos do mundo científico e tecnológico nos dias atuais (vacinas, fertilização *in vitro*, medicamentos, tratamentos para diversas doenças, etc.); todavia, nem todos os avanços estão isentos de riscos e danos. Alguns, inclusive, apresentam danos irreversíveis, que geram diversas consequências negativas na vida das pessoas e no ambiente, implicando na própria garantia de manutenção da vida no planeta, incluindo a vida humana. Reconhecer e problematizar esses juízos de valor, articulando-os à dimensão ética e moral, especialmente no âmbito atitudinal dos conteúdos, é fundamental para ampliar as possibilidades formativas, favorecendo não apenas a compreensão crítica da ciência

e da tecnologia, mas também a preparação para o engajamento social e político em prol de ações transformadoras.

Ao longo da história da humanidade, diversas revoluções ocorreram nos campos científico e tecnológico. Ainda no século XVI, houve espaço para uma Revolução Científica, que demandou cerca de dois séculos para se estabelecer. Esse processo não ocorreu em um vácuo neutro, mas esteve fortemente imbricado nas disputas políticas e econômicas da época, sobretudo no fortalecimento do projeto moderno-ocidental e no avanço do capitalismo mercantil, que via na ciência um instrumento de expansão territorial, exploração de recursos naturais e consolidação do poder das nações europeias. Contudo, o século XX tem sido marcado pelo acentuado avanço científico e tecnológico. É possível sugerir algumas revoluções em diversos campos da ciência, como a Revolução Atômica, que resultou tanto na medicina nuclear (empregando o uso de radiação para exames e tratamentos) quanto no desenvolvimento da bomba atômica (dispositivo explosivo usado pela primeira vez em 1945 pelos Estados Unidos contra as cidades de Hiroshima e Nagasaki, no Japão, marcando tragicamente a história da humanidade). Neste caso, as implicações éticas foram profundamente atravessadas pelo contexto político da Segunda Guerra Mundial e pelos interesses geopolíticos e econômicos das potências, que priorizaram a supremacia militar e a demonstração de poder sobre qualquer preocupação com a preservação da vida humana ou com as consequências ambientais e sociais de longo prazo. Todavia, as questões éticas levantadas por essa revolução não foram totalmente consideradas na época, tendo em conta o contexto de guerra mundial (Hossne, 2005).

Outra revolução nos campos científico e tecnológico foi a Revolução Molecular, que teve início com a descoberta da estrutura em dupla hélice do DNA e marcou vários avanços. Como exemplo, podemos citar a clonagem, a reprodução assistida e a engenharia genética, trazendo consigo questões éticas significativas (Hossne, 2005). Esses avanços, ainda que apresentados como conquistas para a melhoria da qualidade de vida, também se inserem em um cenário de intensificação da economia do conhecimento e da mercantilização da vida, no qual informações genéticas, técnicas de manipulação e até mesmo elementos constitutivos da vida tornam-se passíveis de patenteamento e comercialização. Tal contexto potencializa desigualdades, favorecendo países e corporações com maior capacidade tecnológica e econômica, e coloca em tensão a ética da pesquisa científica frente à lógica do lucro e da propriedade intelectual.

Conforme assinala Hossne (2005), cerca de duas décadas após o início da Revolução Molecular, houve o surgimento da Bioética como um movimento multidisciplinar que refletiu

a preocupação com os riscos e implicações éticas associados a esses avanços científicos e tecnológicos. Segundo o autor, o termo “Bioética” foi cunhado por Van Rensselaer Potter no início da década de 1970, definindo-a como uma “ponte para o futuro” capaz de articular o conhecimento biológico com os valores humanos, tendo como horizonte a preservação da vida no planeta. A proposta inicial de Potter, de caráter preventivo e integrador, buscava justamente contrapor-se à lógica reducionista e fragmentada do conhecimento científico, chamando atenção para as responsabilidades éticas diante do poder transformador – e potencialmente destrutivo – da tecnociência.

Apesar de diversas discussões sobre o acentuado avanço do desenvolvimento científico e tecnológico, outras duas “revoluções” surgiram: a Revolução da Comunicação, representada pela internet, e a Revolução Espacial, marcada pela exploração humana para além dos limites da Terra. No caso da Revolução da Comunicação, embora a internet seja celebrada como ferramenta de democratização da informação, ela também está inserida em disputas de controle de dados, vigilância e concentração de poder em grandes conglomerados tecnológicos. Já a Revolução Espacial, além de seu potencial para o avanço científico, mobiliza intensos investimentos estatais e privados voltados à exploração econômica de recursos extraterrestres, reforçando a corrida tecnológica como campo estratégico para a manutenção de hegemonias políticas e econômicas. As implicações éticas dessas revoluções que vêm surgindo vêm ganhando espaço e se tornando cada vez mais relevantes por afetarem toda a humanidade e setores da sociedade.

Mais recentemente, estamos vendo avanços revolucionários com o surgimento da Nanotecnologia e da Inteligência Artificial. Ambas as áreas estão fortemente ligadas à lógica do capital, com promessas de inovação que frequentemente ocultam riscos sociais, ambientais e trabalhistas, tais como a intensificação do desemprego estrutural, o aumento da vigilância e controle sobre populações e a concentração de benefícios tecnológicos em grupos economicamente privilegiados. Esses avanços trazem diversas implicações éticas e sociais, com as quais a humanidade pode ainda não estar preparada para lidar (Hossne, 2005). Quando refletimos sobre os avanços na área da genética, particularmente com o surgimento da genômica, que teve seu desenvolvimento a partir da Revolução Molecular, diversas possibilidades até então impensáveis tornaram-se tangíveis. Talvez estejamos presenciando o ápice dessa revolução presentemente, com avanços como a clonagem terapêutica, a fertilização *in vitro* (FIV), o diagnóstico genético pré-implantacional (DGPI), as pesquisas com células-tronco embrionárias, a terapia gênica, os alimentos transgênicos, o xenotransplante e a

engenharia genética humana. Todas essas inovações, embora frequentemente justificadas pela promessa de cura e de prolongamento da vida, também devem ser compreendidas como parte de um sistema tecnocientífico que opera sob interesses econômicos e políticos, envolvendo patentes, monopólios de pesquisa, acesso desigual às tecnologias e potenciais impactos socioambientais. Em todos esses avanços, surgem questões éticas em destaque, tanto no âmbito do desenvolvimento das pesquisas quanto nas suas aplicações.

Assim, compreender o desenvolvimento científico e tecnológico à luz dessas “revoluções” exige ir além de uma narrativa linear de progresso e inovação. É preciso reconhecer que a tecnociência se insere em disputas políticas, econômicas e ideológicas, moldada por interesses do capital que, muitas vezes, priorizam o lucro, a supremacia geopolítica e a manutenção de desigualdades estruturais. As implicações éticas não são meros apêndices, mas elementos centrais para questionar quem se beneficia e quem é excluído dos avanços, quais riscos são assumidos e por quem, e quais valores orientam as decisões que afetam coletivamente a vida no planeta. Nesse sentido, articular a análise histórica dessas revoluções com uma reflexão crítica sobre seus atravessamentos morais e sociais é condição indispensável para formar uma compreensão mais ampla e engajada da ciência e da tecnologia – não apenas como instrumentos de transformação, mas como arenas de disputa em que se decide, continuamente, o futuro comum.

Nessa linha de raciocínio, o anseio crescente por inovação e desenvolvimento impõe novas formas de viver e se relacionar no mundo. Algumas dessas formas se constituem na reprodução alienante imposta pela indústria cultural, marcada pelo capital. O conceito “indústria cultural”, proposto e refletido por Theodor Adorno, consiste em uma produção alicerçada pelo capital, a qual está estreitamente conectada às relações de poder da indústria e à assimilação de uma sociedade ‘pronta’, fabricada pela indústria sob os preceitos do capitalismo (Adorno, 2020). Conforme argumenta Maar (2003, p. 460), “[...] o termo indústria cultural ressalta o ‘mecanismo’ pelo qual a sociedade, em sua totalidade, seria ‘construída’ sob a égide do capital, reforçando o vigente”.

Nesse sentido, a formação subjetiva do social é “coisificada”, tratando-se de uma simples cópia que induz à reprodução contínua pela indústria cultural. Essa indústria cultural pode ainda ser entendida como um mecanismo capitalista que impede a reflexão do sujeito a respeito de tudo que se consome socialmente, influenciando a percepção de gostos, sensações, necessidades, entre outros, culminando em um processo de formação de sujeito alienado, o que se refere à semiformação refletida por Adorno (2020).

Como exemplo atual de fetichização da mercadoria, é possível citar as propagandas dos testes genéticos de predisposição genética a doenças e de ancestralidade comercializados por laboratórios privados. Esses anúncios criam necessidade de consumo baseado nos avanços da ciência e da tecnologia. Comumente, as pessoas são expostas a essas propagandas e são convencidas a consumir esses testes sem o devido acompanhamento profissional, o que seria função do aconselhamento genético, coerentemente direcionado. No caso específico dos testes relacionados a doenças, é importante ter em mente que questões como “O que fazer com essa informação genética?” e “O que exatamente esse resultado probabilístico quer dizer?” são inerentes e devem ser levadas em consideração, uma vez que os resultados desses testes podem impactar profundamente a vida das pessoas. Quanto ao teste de ancestralidade, os anúncios e propagandas parecem recorrer a aspectos da curiosidade humana para vender a “mercadoria”. Portanto, refletir sobre QSC pressupõe também considerar as influências determinantes do capitalismo em suas ocorrências, especialmente, no momento atual, com o aumento significativo da mercantilização dos artefatos do mundo científico-tecnológico e do mundo da vida.

Harvey (2016), em sua obra *17 contradições e o fim do capitalismo*, a qual ele também proclama como a mais perigosa que já escreveu, apresenta e argumenta em defesa da importância de entendermos as contradições fundamentais do capital devido à sua capacidade de obstruir as compreensões da realidade a partir de abstrações reais criadas. Por consequência, essas contradições induzem à redução da diversidade da natureza e do ser humano, podendo ameaçar a vida na Terra. Devido à sua natureza intrínseca e ao modo como permeiam as relações econômicas, sociais e políticas, as contradições do capital são universais e afetam diversas esferas da sociedade. Desse modo, em suas palavras,

As contradições do capital têm gerado inovações, e muitas delas têm melhorado a qualidade da vida cotidiana. Contradições, quando levam a uma crise do capital, produzem momentos de “destruição criativa”. É raro que o que se cria e o que se destrói seja predeterminado, e é raro que tudo que se cria seja ruim e tudo que era bom seja destruído. E é raro que as contradições sejam totalmente resolvidas. Crises são momentos de transformação em que o capital tipicamente se reinventa e se transforma em outra coisa. E essa “outra coisa” pode ser melhor ou pior para as pessoas, mesmo que estabilize a reprodução do capital. Mas crises também são momentos de perigo quando a reprodução do capital é ameaçada por contradições subjacentes (Harvey, 2016, p. 19).

O autor explora como essas contradições são fundamentais para a manutenção da dinâmica do sistema capitalista ao mesmo passo que influenciam diferentes aspectos da vida

em sociedade. Por exemplo, as contradições entre capital e trabalho, produção e consumo, valor de uso e valor de troca, inovação e crise, acumulação e destruição, liberdade e coerção, globalização e desigualdade, individualismo e solidariedade, necessidades humanas e interesses do capital, controle e resistência, poder e emancipação, etc. Conforme salienta Harvey (2016), tais contradições estão interligadas, de modo que não existem de forma isolada umas das outras e moldam a estrutura básica de acumulação de capital, impactando não apenas a esfera econômica, mas também as relações de poder, as ideologias dominantes, a distribuição de recursos e as lutas sociais.

Assim, parte da consideração de três categorias de contradições: as fundamentais, as mutáveis e as perigosas. De modo geral, as contradições fundamentais dizem respeito ao funcionamento do capitalismo, de tal maneira que sua existência é essencial para a produção e a reprodução do ciclo do capital. Por sua vez, as contradições ditas mutáveis se caracterizam por não serem estáticas e estarem sempre se alterando. Já as contradições perigosas consistem nas contradições que podem gerar a superação do capitalismo, por oportunizar estratégias de superação, e por esse motivo foram denominadas perigosas pelo autor (Harvey, 2016).

Esse autor ainda elabora reflexões analíticas partindo dos mecanismos econômicos fetichizados, a partir dos quais a relação social do capital consegue interferir na natureza, destruindo, refazendo, controlando, explorando, alienando e descartando o trabalho, expandindo-se e contraindo-se. É interessante notar a complexidade que o assunto toma à medida que se transita de um tipo de contradição para outro. Em outras palavras, ao direcionar o olhar (atenção) para as contradições mutáveis e, posteriormente, para as contradições perigosas, a compreensão se torna mais complexa. Isso levanta questões sobre como superar as contradições do capital (Harvey, 2016). Para esse autor, o capital continuará operando indefinidamente, mas resultará em uma exploração progressiva da Terra e no empobrecimento em massa, intensificando a desigualdade e a desumanização.

Nesse sentido, a última categoria das contradições, as contradições perigosas, refere-se à crescente ameaça de extinção que o processo de mercantilização generalizada, aliado ao crescimento exponencial, coloca para a natureza e para a experiência humana de alienação universal, abordados em sua obra. Nesse contexto, Harvey aborda três tópicos finais, caracterizados como “crescimento exponencial infinito”, “a relação do capital com a natureza” e “a revolta da natureza humana: alienação universal” (Harvey, 2016). Para ele,

Enfrentar coletivamente as múltiplas alienações que o capital produz é uma maneira econômica convincente de se mobilizar contra o motor engajado que leva tão imprudentemente o capitalismo de uma crise a outra, como consequências potencialmente desastrosas para a nossa relação com a natureza e com os outros (Harvey, 2016, p. 255).

Assim sendo, Harvey (2016) levanta um questionamento sobre o tipo de humanismo necessário para que haja a transformação do mundo por meio de uma ação anticapitalista, sugerindo que a única esperança reside na capacidade da humanidade de reconhecer o perigo antecipadamente, antes que a degradação se torne irreversível, com danos aos seres humanos e ao ambiente irreparáveis. Desse modo, recorre às reflexões de Frantz Fanon (2022), em *Os condenados da terra*, ao alertar que sempre haverá algo essencialmente problemático a ser combatido, lágrimas a serem derramadas, posturas a serem desconsideradas e, acima de tudo, humanos a serem humanizados (Harvey, 2016).

Nesse contexto de crise do capitalismo e das contradições do capital, a luta social deve ser ampliada para todas as esferas do mundo da vida que o capital tende a buscar colonizar. Desse modo, argumentamos em favor da discussão de QSC na formação de professores de Ciências, frente ao enfrentamento das implicações causadas pela estreita relação entre capital e CTSA, que converte conhecimento em mercadoria, no sentido de formar pessoas que contribuam ativamente com a luta social contra o sistema que, em sua essência, é opressor e desumaniza os indivíduos.

3.2 AS PROMESSAS DO PROJETO GENOMA HUMANO E OS DESDOBRAMENTOS CIENTÍFICOS QUE POSSIBILITARAM ALCANÇAR A EDIÇÃO GENÔMICA: PROMESSAS E DILEMAS

“Se uma sociedade justa requer um forte sentimento de comunidade, ela precisa encontrar uma forma de inculcar nos cidadãos uma preocupação com o todo, uma dedicação ao bem comum”
(Michael Sandel, 2021b, p. 325)

O Projeto Genoma Humano (PGH) foi uma iniciativa internacional que teve como objetivo principal determinar a sequência completa do genoma humano (Pereira, 2005; Leite, 2006, 2007; Zatz, 2011). Portanto, consistiu no “[...] mapeamento, sequenciamento e descrição do genoma humano” (Sá; Naves, 2021, p. 171). Nas palavras de Zatz (2011, p. 106), seu objetivo consistiu em “[...] sequenciar o nosso genoma, isto é, identificar todos os genes

responsáveis por nossas características”. Lançado em 1990, inicialmente liderado pelos Estados Unidos e pelo Reino Unido, o projeto foi concluído em 2003, dois anos antes do previsto, e no mesmo ano em que se comemoravam os 50 anos da descrição do funcionamento da estrutura do DNA por James D. Watson e Francis H. Crick, resultando na determinação da sequência de mais de 3 bilhões de pares de bases do genoma humano (Pereira, 2005). Nas palavras de Zatz (2011, p. 106), “[...] foi um empreendimento gigantesco e grandioso, comparável, para muitos, com a primeira ida do homem à Lua”.

Leite (2007, p. 10), em seu livro intitulado *Promessas do Genoma*, apresenta a biotecnologia como sendo um dos temas que suscitaram diversas preocupações ao longo dos anos 1990. Conforme assinala, nessa década, a tecnologia do DNA recombinante, que diz respeito à capacidade de manipular e rearranjar trechos de DNA, convencionalmente denominado engenharia genética, se tornou a base de um sistema tecnológico em desenvolvimento, sendo comparado ao “potencial transformador do silício, do átomo, do petróleo, da eletricidade e do vapor”, conforme reflete:

A penetração da biotecnologia na medicina, na reprodução humana e na agricultura teve como pano de fundo a conversão da pesquisa biológica a um modelo predominante molecular, com proliferação dos programas de inventário genético tão bem representados no Projeto Genoma Humano (PGH). Nunca um empreendimento tecnocientífico dedicado à vida havia comandado tanta atenção e energia na esfera pública, prerrogativa até então das outras engenharias - as que produziam bombas e usinas atômicas, ou foguetes para alcançar a Lua. A simples ideia de uma tecnologia da vida, de uma bio-tecnologia, aliada à sua materialização em escala industrial, tocou um nervo de imaginação e ansiedade que diz mais sobre os vasos capilares propagados pelo conhecimento biológico no tecido da cultura contemporânea do que sobre os resultados propriamente ditos da pesquisa biomédica e genômica (Leite, 2007, p. 10).

Nesse sentido, como argumenta o pesquisador, ainda persiste a necessidade de compreender como e por qual motivo as tecnologias da vida suscitaram tanta “comoção”. Esse autor afirma ser a tese central de seu livro que *“tamanha repercussão social se explica mais cabalmente pela mobilização retórica e política, nas interfaces com a esfera pública leiga, de um determinismo genético crescentemente inconciliável com os resultados empíricos obtidos no curso da própria pesquisa genômica”* (Leite, 2007, p. 11, grifo do autor).

Em 1988, foi criada a organização HUGO (*Human Genome Organization*), a qual tinha o objetivo de aprofundar as pesquisas em genômica, inicialmente dirigida por James Watson e com a participação de pesquisadores de diversos países (Sá; Naves, 2021). O PGH teve início

apenas em 1990, com a participação inicial de países como Canadá, Estados Unidos, França, Inglaterra, Itália e Japão. Contudo, ocorreu uma associação gradativa de mais de 50 Estados no projeto, incluindo o Brasil, conforme explicitam Sá e Naves (2021). Algumas divergências entre Craig Venter e James Watson a respeito da patenteabilidade de sequências genéticas levaram Watson a deixar a direção da HUGO. Com o tempo, Venter funda uma empresa privada com a intenção de obter sequências genéticas (Sá; Naves, 2021).

Francis Collins substitui James Watson na direção do Instituto Nacional de Pesquisa do Genoma Humano, vinculado aos Institutos de Saúde dos Estados Unidos. Já Craig Venter estava à frente da Celera, uma companhia privada fundada por ele com incentivo financeiro da empresa que comercializava sequenciadores de DNA, a Perkin-Elmer. Nesse sentido, o projeto público internacional dirigido por Collins nos Estados Unidos e John Sulston na Inglaterra tinha a intenção de tornar todo o conhecimento descoberto com o Genoma Humano público para que qualquer pessoa interessada pudesse usar com a finalidade de desenvolver medicamentos e curas para doenças. Por outro lado, Venter usava financiamento privado e, portanto, tinha a pretensão de lucrar com a venda de informações alcançadas com o sequenciamento do genoma (Zatz, 2011). Conforme assinalam Sá e Naves (2021), é interessante perceber o conflito econômico pelo qual passou a discussão sobre a liberação de informações genéticas. Nas palavras de Leite (2007, p. 26),

Muitas negociações haviam transcorrido entre junho de 2000 após a cerimônia na Casa Branca, e fevereiro de 2001, quando os artigos entraram no prelo, para que os grupos concorrentes chegassem a um acordo de publicação conjunta, mas elas fracassaram sobretudo pelas diferenças de opinião quanto ao modo de acesso aos dados gerados por ambas as iniciativas - O PGH defendendo que as seqüências fossem postas em domínio público, em bancos de dados de acesso livre como o GenBank, até 24 horas depois de validadas, enquanto a Celera pretendia comercializar essa informação. Na falta de concordância, a Celera negociou com a *Science* um sistema de acesso de dados - como é de praxe em publicações científicas - por via eletrônica apenas para aqueles pesquisadores que assumissem compromisso formal de não utilizá-los com finalidades comerciais; todos os outros usuários teriam de pagar para obter a seqüência do DNA humano transcrita pela Celera.

Desse modo, Castelfranchi (2008) afirma que, atualmente, embora a pesquisa seja considerada a base da inovação, a tecnociência é realizada por meio da permanente interação e unificação entre as abordagens da ciência “básica” e “aplicada”, tendo ainda uma forte influência da iniciativa privada nessas pesquisas. Esses aspectos são importantes pois, segundo ele, a partir do contexto de dois episódios históricos – o fim da corrida espacial e da Guerra Fria

–, a ciência “de base” passou a ser considerada um capital, e a sobrevivência militar dependia fortemente da liderança em ciência e tecnologia.

Castelfranchi (2008, p. 36) argumenta que a incorporação da produção de conhecimento à produção econômica, um processo complexo, e a reformulação do papel da ciência como base para o capital determinam a importância dada à pesquisa pública, conforme destaca o autor a partir de Ziman (2000), considerada algo “[...] importante demais para ser deixada aos cientistas”. Portanto, o novo papel da ciência no contexto do capitalismo determina que o modo de fazer ciência seja diretamente influenciado pelo capital. Assim, o capitalismo passa a interferir claramente na produção de conhecimento, atribuindo-lhe **“um valor monetário”**. Além disso, afirma que, no neoliberalismo, a tecnociência não apenas alterou, como também ampliou as funções do cientista (Castelfranchi, 2008, p. 45, grifo do autor).

A partir das reflexões de Castelfranchi sobre a configuração ciência-tecnologia-mercado, torna-se evidente que o funcionamento da construção de conhecimento científico se baseia na “lógica do capital”, na história da economia, além da filosofia interna, que consiste na “[...] própria axiomatização da ciência e da tecnologia” (Castelfranchi, 2008, p. 47). Isso ocorre porque, desde meados da década de 1980, houve uma aproximação entre instituições privadas e universidades públicas, principalmente em países desenvolvidos. Um aspecto importante a ser ressaltado é que, embora haja potencialidades nessa aproximação, há muitos riscos, principalmente no que se refere às formas de construção da ciência e à autonomia dos cientistas e das instituições públicas (Castelfranchi, 2008).

Nesse sentido, Ziman elaborou o conceito de “ciência pós-acadêmica”, de modo a marcar o surgimento de uma nova forma de produção na ciência contemporânea, na qual há a submissão de valores sociais e epistêmicos, originados da cultura acadêmica, a valores diretamente relacionados a uma cultura com fortes influências da indústria (Reis; Videira, 2013). Desse modo, Ziman elabora uma concepção de ciência fundada na compreensão de um conhecimento produzido pública e coletivamente. Assim, a objetividade é socialmente construída pelos pares na busca pela obtenção o máximo possível de consenso (Reis; Videira, 2013). Logo, compreende-se que a concepção de ciência de Ziman é construída a partir da capacidade da ciência de comunicar seus resultados entre cientistas e a sociedade, ressaltando seu aspecto cooperativo e social, uma vez que, para ele, a ciência consiste em conhecimento público.

No entanto, conforme afirmam Reis e Videira (2013), o objetivo da ciência industrial não se restringe à busca de conhecimento em si, havendo outros interesses. Desse modo, a

preocupação de Ziman diz respeito à ameaça de privatização do conhecimento acadêmico ou, ainda, à mercantilização da ciência acadêmica, a qual deveria ser fundada na noção de conhecimento público, de maneira a permitir e fortalecer a credibilidade da ciência. Nas palavras dos autores, entende-se que

Nesse novo modo de produção, o pós-acadêmico, a ciência acadêmica passa a ter uma relação estreita com a indústria, na medida em que as pesquisas estão sendo financiadas e geridas por capital privado, inclusive dentro da universidade, dando ensejo a uma ambivalência entre as normas da tradição acadêmica e os princípios de organização derivados da tradição industrial (Reis; Videira, 2013, p. 604).

Atualmente, temos acesso a diversos tipos de testes genéticos, a exemplo do mapeamento genético sobre aspectos da origem (testes de ancestralidade) e da sua saúde (com escalas de riscos genéticos), comercializado por empresas como a Meu DNA¹³ e a Genera¹⁴. Essa forma de acesso a essas informações do nosso genoma gera importantes questionamentos sobre o que fazer com tais informações.

Mayana Zatz, em 2011, levantou o seguinte questionamento: “Como a evolução e o barateamento dos sequenciadores tornarão a descoberta de mutações ou variações em nossos genes mais comuns, os testes genéticos vão se disseminar cada vez mais?”. Sobre a confirmação de determinada mutação relacionada a uma doença específica, questiona: “A constatação pode ajudar a prevenir uma doença? Ou pode simplesmente gerar uma angústia e um sofrimento desnecessários, já que ele pode nunca desenvolvê-la e nem transmiti-la?” (Zatz, 2011, p. 116). Assim, vem sendo defendida a prática do Aconselhamento Genético junto ao seu diagnóstico, conforme destacam Collins (2010), Zatz (2011) e Sá e Naves (2021). Isso porque, embora seja possível sequenciar o genoma de uma pessoa, a sua interpretação não é nada simples e levanta sérios dilemas a respeito dos seus limites éticos. Portanto, merece atenção no contexto da formação cidadã, devendo ser abordado em aulas de Ciências e Biologia e, particularmente, na formação de professores.

A realização do Projeto Genoma Humano prometia trazer diversos avanços para a medicina, além de uma compreensão mais aprofundada da própria biologia humana. Nesse ínterim, esperava-se que o conhecimento obtido a partir da sequência do genoma humano contribuísse com o desenvolvimento de novos tratamentos para doenças genéticas, assim como

¹³ Disponível em: <https://meudna.com/>.

¹⁴ Disponível em: <https://www.genera.com.br/>.

ser possível prever riscos de doenças e, inclusive, personalizar tratamentos médicos para indivíduos, considerando as suas particularidades genéticas (Collins, 2010). Outrossim, o projeto tinha a promessa de fornecer uma base de conhecimento para a pesquisa em outras áreas, como a evolução humana e a conservação de espécies (Lander *et al.*, 2001).

Entretanto, o PGH levantou alguns dilemas éticos e sociais. Um dos principais problemas ressaltados com o advento desse projeto e das suas promessas, largamente divulgadas na busca por incentivo financeiro para sua realização, é o determinismo genético, que considera que nossas características, assim como nossos comportamentos, são determinadas unicamente pelos nossos genes (Leite, 2007). No entanto, embora a genética tenha um papel importante na determinação de algumas características e comportamentos humanos, ela não pode ser considerada o único fator determinante. Outros fatores, como os ambientais, sociais e culturais, desempenham um papel muito importante nessa determinação. De acordo com Leite (2007), o conjunto de interações entre genes e outros fatores que influenciam a determinação do fenótipo, ou seja, das nossas características, é denominado epigenética. Esse autor adverte ainda que “[...] mecanismos epigenéticos são decisivos para a engenharia genética em geral, pois a simples introdução de seqüências de DNA no genoma de um organismo pode se revelar inoperante”, especialmente se “[...] interações DNA-DNA e RNA-RNA conduzirem ao silenciamento dos genes exercitados” (Leite, 2007, p. 99). Todavia, o termo epigenética é polissêmico, segundo discutem alguns pesquisadores, sendo compreendido como processo, como mecanismo ou como campo de estudo. Em termos mais atuais, a epigenética refere-se ao estudo da estabilidade da herança de alterações fenotípicas que não envolvem alterações na sequência de DNA (Jablonka; Raz, 2009). Isso ocorre, por exemplo, a partir de modificações ou marcações químicas no DNA e nas proteínas a ele associadas, sem que haja modificação da sequência do DNA em si, e que são herdáveis (Jablonka; Raz, 2009).

Nesse sentido, Leite (2007) destaca a problemática da crise do conceito de gene (ver, por exemplo, Joaquim; El-Hani, 2010; Meyer; Bomfim; El-Hani, 2013) e suas relações com o determinismo genético (Leite, 2006, 2007; Carver *et al.*, 2017). A crise do conceito de gene refere-se às dificuldades e aos questionamentos que têm desafiado a compreensão tradicional do gene, especialmente nas definições clássica e molecular, que o entendem como uma sequência de DNA responsável por codificar um produto funcional, como uma proteína ou um RNA. Avanços nas áreas da genética, da biologia molecular e da genômica têm evidenciado a complexidade estrutural e funcional dos genomas, pondo em xeque essa visão reducionista (Joaquim; El-Hani, 2010; Meyer; Bomfim; El-Hani, 2013). Entre os principais aspectos dessa

crise, destacam-se: a relação de fenótipos com múltiplas regiões do genoma, incluindo elementos regulatórios e não codificantes; a ocorrência de mecanismos como *splicing* alternativo, edição de RNA, rearranjos genômicos e genes sobrepostos, que dificultam a concepção do gene como uma unidade fixa e linear; e a impossibilidade de se estabelecer uma definição única e universal de gene, diante da diversidade de formas e funções que os elementos genômicos podem assumir. Como consequência, torna-se necessário revisar e ampliar o conceito de gene, adotando perspectivas que o compreendam em termos de redes, sistemas e processos dinâmicos. Essa crise conceitual aponta para a necessidade de uma abordagem mais pluralista e contextualizada tanto na pesquisa científica quanto no ensino de genética (Meyer; Bonfim; El-Hani, 2013).

Com isso, a crise conceitual em torno do gene desestabiliza as bases que sustentam o determinismo genético. Este, por sua vez, sustenta a ideia de que os traços físicos, comportamentais e intelectuais dos indivíduos seriam rigidamente programados por seus genes, ignorando as múltiplas influências ambientais, sociais e culturais. Entretanto, com os avanços da biologia molecular e da epigenética, compreende-se hoje que os genes não operam de forma isolada, mas em interação dinâmica com diversos fatores internos e externos. Essa reconfiguração teórica revela as limitações de uma visão reducionista e biologizante do ser humano, deslegitimando discursos deterministas que naturalizam desigualdades sociais sob o pretexto da herança genética.

Assim, Zatz (2011) adverte que a compreensão a respeito da função e do funcionamento do gene se torna fundamental para a criação de estratégias de correção para o seu mau funcionamento. No entanto, compreendemos que, embora as técnicas de manipulação genética, como a edição de genes, tenham avançado, ainda pouco se sabe sobre as interações entre genes e fatores como o ambiente, assim como o funcionamento de cada gene e a própria segurança das técnicas. Além disso, a problemática do determinismo é acentuada, uma vez que pode contribuir para o surgimento de estereótipos e discriminação, especialmente se as informações genômicas forem usadas de forma indevida e para tal finalidade. Por exemplo, se uma pessoa é geneticamente predisposta a desenvolver uma determinada doença, ela pode ser discriminada pelas seguradoras de saúde ou pelas empresas onde trabalha. Ademais, é importante destacar que o determinismo genético também pode levar a uma visão reducionista da complexidade da humanidade, ignorando a influência de outros fatores no comportamento humano, já mencionados (Leite, 2006, 2007).

Esses motivos demonstram ser importante que o conhecimento adquirido a partir do Projeto Genoma Humano seja usado de maneira responsável e ética. Para isso, é necessário estabelecer medidas de proteção de dados genômicos e garantir que as informações sobre seus limites sejam claras. Nesse sentido, Sá e Naves (2021) destacam que, com o surgimento de novas tecnologias genéticas, conflitos e dúvidas têm surgido no amparo jurídico, que não encontram na legislação nacional bases para a sua resolução. No contexto do Brasil, citam dois documentos legais, a saber: a legislação que trata especificamente de dados genéticos, a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 340, de 8 de julho de 2004, a qual estabelece normas para pesquisas genéticas com seres humanos; e as Leis nº 7.210 de 1984 (Lei de Execução Penal) e nº 12.037 de 2009 (Lei de Identificação Criminal), modificadas pela Lei nº 12.654 de 2012, a qual dispõe sobre a identificação criminal, criando bancos de perfis genéticos para esse fim. Contudo, embora não haja documentos mais específicos sobre essas questões, destacam a existência de alguns documentos legais internacionais, dentre eles: a Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos de 11 de novembro de 1997 (aprovada na 29ª Conferência-Geral da Unesco) e a Declaração Internacional sobre Dados Genéticos Humanos, aprovada em 16 de outubro de 2003, durante a 32ª Conferência-Geral da Unesco (Sá; Naves, 2021).

Desse modo, alguns avanços na engenharia genética ocorreram, o que demandou mais reflexões sobre esses adventos tecnocientíficos. Um exemplo é o caso do surgimento da técnica de edição genômica, CRISPR-Cas9. Sá e Naves (2021) expõem que foi no início dos anos 2000 que o pesquisador espanhol Francisco Mojica identificou o CRISPR em outras espécies. CRISPR quer dizer *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* e trata-se de uma sequência genética estranha ao organismo. De acordo com esses autores, o sistema CRISPR foi associado “[...] a uma capacidade de defesa natural de determinados organismos contra os vírus”. Portanto, equivale a “[...] uma capacidade de adaptação ou resistência do organismo ao invasor, com uma memória genética dos patógenos que já o infectaram. Assim, as bactérias, ao serem novamente atacadas pelos invasores, mostraram-se resistentes” (Sá; Naves, 2021, p. 199).

O potencial revolucionário dessa descoberta foi tamanho que os pesquisadores passaram a realizar estudo no intuito de tornar essa adaptação natural das bactérias em uma estratégia para a edição de genes de forma mais precisa. Destarte, Sá e Naves (2021) apontam que foi descoberto que o CRISPR possui a capacidade de “cortar” qualquer sequência genética. A partir desse momento, os estudos se voltaram a tentar entender como são implantados os espaçadores

de DNA nas defesas das bactérias. Foi então que descobriram que a proteína Cas, sendo que a Cas9 foi a que melhor demonstrou sua funcionalidade no processo, é fundamental na produção de trechos de “DNA codificado em trans, atuando na localização da nova sequência” (Sá; Naves, 2021, p. 199). Dessa forma, conforme afirmam esses autores, logo que descoberto “[...] o processo natural de replicação e inserção da sequência genética, os pesquisadores valeram-se da Cas-9 para manipular e cortar artificialmente outras sequências de DNAs” (Sá; Naves, 2021, p. 199). Assim, surge a nova tecnologia de edição genética.

Em 2016, ocorreu o primeiro uso em um ser humano da técnica de manipulação genética, a técnica CRISPR-Cas9, por uma equipe chinesa, coordenada pelo oncologista Lu You, da Universidade de Sichuan, em Chengdu. Essa técnica foi utilizada na modificação de células para combater o câncer de pulmão em um paciente (Sá; Naves, 2021). Contudo, a técnica tornou-se largamente conhecida nos meios não científicos com uma, nas palavras desses autores, “ousadia, aparentemente não responsável” do pesquisador chinês He Jiankui. Em 2018, ele fez um anúncio de que, recorrendo à técnica CRISPR-Cas9, foi possível desabilitar o gene CCR5, responsável pelo acesso do vírus HIV ao organismo. O objetivo da realização da técnica foi tornar a criança resistente à doença, mesmo tendo genitores portadores do vírus. O processo ocorreu com a utilização de pais portadores do vírus e mães sem o vírus para geração de embriões pela fertilização *in vitro*, em seguida foi implementada a técnica CRISPR-Cas9. A gestação continuada gerou duas crianças gêmeas (Sá; Naves, 2021). O ocorrido gerou repercussão no mundo inteiro, embora não haja confirmação sobre a sua pesquisa e os resultados obtidos. Desse modo, conforme pontuam os autores,

As reações negativas se propagam mundo afora, questionando a forma de recrutamento dos envolvidos, a possibilidade de desencadear novas doenças, a falta de transparência dos experimentos, sua correta submissão aos órgãos e instituições de controle e alto risco da manipulação embrionária (Sá; Naves, 2021, p. 200).

Esses autores destacam o potencial da técnica, bem como sua precisão e seu baixo custo. No entanto, afirmam que, no Brasil, a pesquisa realizada por Jiankui, envolvendo manipulação genética em embriões, é considerada crime, conforme o art. 25 da Lei de Biossegurança, que proíbe a prática de engenharia genética em célula germinal humana, zigoto humano ou embrião humano. Portanto, cabe refletir sobre o impacto da influência direta dos valores e interesses do setor privado na construção do conhecimento tecnocientífico e, conseqüentemente, na confiança e credibilidade dessas empresas e práticas questionáveis perante a sociedade. Assim,

Barnes (2005, p. 12) reflete a respeito da construção de compreensão sobre o “suposto problema de perda de confiança” na ciência e nos cientistas, ao enfatizar que uma percepção de falta de autonomia dos cientistas possui potencial para abalar a credibilidade por parte da sociedade, especialmente em casos de associações com políticas públicas.

Nesse sentido, Barnes (2005) argumenta que a tendência a qual afeta a credibilidade de especialistas técnicos é parte constituinte de uma tendência mais ampla na direção de uma “cultura de suspeita”, sustentando que o “problema da perda de confiança” é, na verdade, uma solução, comumente confundida com um obstáculo. Desse modo, afirma que “Muito da desconfiança característica de nossa cultura de suspeita é uma forma de lidar com os problemas de viver em uma cultura de engano” (Barnes, 2005, p. 16). Com isso, o autor propõe uma inversão de perspectiva: a desconfiança social generalizada não deve ser interpretada apenas como sintoma de ceticismo infundado, mas como uma resposta legítima a contextos marcados por assimetrias de poder, incertezas e recorrentes práticas de manipulação ou omissão de informações. Trata-se, portanto, de uma forma de proteção e vigilância ativa por parte da sociedade que pode, inclusive, fomentar maior rigor, transparência e responsabilidade ética nas práticas científicas, especialmente quando atreladas aos interesses do capital.

Portanto, é indispensável que os cientistas procurem entender que a cultura de suspeita pode contribuir positivamente para o desenvolvimento das pesquisas, especialmente na construção de uma sociedade mais informada, crítica e democrática. Importa frisar, contudo, que essa postura crítica e vigilante em relação à ciência e aos especialistas não equivale ao negacionismo científico. Enquanto o negacionismo parte da rejeição deliberada de consensos científicos estabelecidos, frequentemente sustentado por desinformação ou interesses ideológicos, a cultura de suspeita, conforme argumenta Barnes, constitui-se como um mecanismo social legítimo de responsabilização pública, que pode fortalecer o compromisso ético da ciência com a sociedade. Barnes (2005) ainda enfatiza que, embora a credibilidade da ciência e dos cientistas esteja sendo problematizada, a ciência ainda preserva seu alto prestígio e sua confiabilidade em nossa “cultura de suspeita”.

De modo a aprofundar a compreensão sobre os aspectos éticos e morais do melhoramento genético humano, recorreremos às reflexões de Michael J. Sandel, que, em seu livro *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*, afirma que as novas descobertas e avanços da genética nos expõem, em suas palavras, “a um só tempo, uma promessa e um dilema” (Sandel, 2021a, p. 19). Segundo argumenta, a promessa é que poderemos tratar e até prevenir várias doenças que nos afligem. Já o dilema consiste no fato de esse novo

conhecimento genético também permitir “a manipulação de nossa própria natureza”, conforme assinala: “[...] para melhorar nossos músculos, nossa memória e nosso humor; para escolher o sexo e a altura e outras características genéticas de nossos filhos; para melhorar nossas capacidades físicas e cognitiva; para nos tornar ‘melhores do que a encomenda’” [...]” (Sandel, 2021a, p. 19).

Iniciando as reflexões, apresenta-se o exemplo da ovelha Dolly, clonada em 1997, e como esse acontecimento gerou diversos questionamentos de ordem moral e ética sobre a prática da clonagem, particularmente sobre a possibilidade da clonagem humana. A partir desses questionamentos e argumentos contra a clonagem, propõe-se discutir a questão da manipulação genética em humanos. Ainda se destaca que, embora a maioria das pessoas seja receosa quanto à manipulação genética, ou a alguma modalidade dela, não é fácil identificar o que de fato nessa prática nos inquieta. Sandel (2021a) reflete sobre os possíveis limites entre a terapia gênica e o melhoramento genético:

A terapia genética em células não reprodutivas (ou somáticas), tais como as fibras musculares ou os neurônios, age no sentido de recuperar ou substituir genes defeituosos. O **dilema moral surge quando as pessoas utilizam tais terapias não para curar uma doença, e sim para ir além da saúde, para melhorar suas capacidades físicas ou cognitivas, para ergue-se acima da norma do geral** [...] Esse dilema moral nada tem a ver com ferir a autonomia (Sandel, 2021a, p. 21, grifo nosso).

Ainda nesse sentido, Zatz (2011, p. 119) argumenta que os testes pré-natais e o diagnóstico pré-implantação (DPI), a escolha do sexo, as pesquisas com embriões, além de outras práticas, “têm ou podem ter aplicações eticamente aceitáveis e desfechos muito comoventes”. Porém, chama atenção para os limites dessas práticas. Enfatiza ainda que “Ninguém pode se opor às terapias genéticas destinadas a diminuir ou atrasar a degeneração progressiva da distrofia muscular, certo?” e questiona: “Mas e se essa mesma terapia fosse usada para melhorar o desempenho dos atletas?” (Zatz, 2011, p. 125). Indo ao encontro das reflexões elucidadas por Sandel ao destacar que, mesmo que o atleta que modifica geneticamente seus músculos não consiga transmitir a nova característica a seus filhos, ainda há algo de muito inquietante na ideia de haver atletas que sejam geneticamente modificados. Dessa forma, salienta quatro tipos de engenharias já vislumbradas, são elas: melhoramento muscular, da memória, da altura e seleção do sexo. Enfatiza ainda que cada um desses casos, inicialmente, parte da tentativa de “tratar uma doença ou prevenir um distúrbio genético hoje

acena como instrumento de melhoria e uma escolha de consumo” (Sandel, 2021a, p. 23). Isso vai ao encontro do que discutimos ao longo da presente pesquisa.

Desde o final de 1997, discute-se sobre “reprogenética” e “*design* de crianças”, ou seja, a possibilidade futura de os pais escolherem como querem que seus filhos nasçam, seja no sentido de serem “mais resistentes a infecções, mais bonitos ou mais inteligentes” (Zatz, 2011, p. 119). Diante do avanço acelerado da tecnociência, consideramos, assim como o fizeram Zatz (2011), Sandel (2021a) e Sá e Naves (2021), a urgente necessidade de um debate sobre aspectos éticos e morais a respeito dos limites e dilemas das aplicações dessas biotecnologias. Além disso, mais uma vez, identificamos que a problemática do melhoramento genético humano se entrecruza com a retórica dos determinismos genético e tecnológico evidenciados nas concepções sobre conhecimento da genética e a ideia do gene como “unidade de informação” das nossas heranças genéticas, propagadas durante o PGH, refletidos por Leite (2006, 2017).

A problemática do melhoramento genético em seres humanos é tão intensa que diversos questionamentos a respeito da sua relação com ideias e práticas eugênicas são levantados. Essas questões são enunciadas por autores como Pereira (2005), Leite (2006, 2007), Zatz (2011) e Sandel (2021a). Isso porque as duas perspectivas têm em comum a ideia de um aprimoramento de características consideradas vantajosas ou desejáveis da nossa espécie humana, ou seja, de termos a projeção de crianças que sejam melhores, mais inteligentes, mais bonitas, mais saudáveis, etc.

Como consequência, devido à seleção de certas características consideradas melhores e mais vantajosas, os embriões que não atendem a essa demanda, por possuírem características consideradas indesejáveis, serão rejeitados e descartados (Zatz, 2011). Conforme afirma a autora,

[...] é fundamental alertar: esses testes permitem excluir doenças, mas jamais garantir um descendente perfeito. Além disso, há aqueles que se opõe, é claro. Estamos falando de uma nova eugenia? Será que as pessoas não vão se sentir estigmatizadas? Como os casais irão lidar com essas informações? Quem vai garantir o sigilo das informações? (Zatz, 2021, p. 125).

Ao destacar algumas pesquisas sobre a possibilidade de existirem genes específicos para características como otimismo, bom humor e homossexualidade, aponta como questão central a possibilidade de manipulá-los ou, em breve, ser possível selecioná-los a partir de embriões que os contenham. Isso leva a novos questionamentos: “Quais são as características desejáveis de comportamento? Quem decide? Elas poderiam ser selecionadas em embriões?” (Zatz, 2011,

p. 130). Diante de tais apontamentos, surge certa preocupação moral com a possibilidade de edição de características de comportamento ou estéticas (associadas ao fenótipo), pois, na sociedade em que vivemos, na qual o capitalismo e pequenos grupos favorecidos socioeconomicamente têm poder, seriam os que teriam acesso a tais tecnologias, o que poderia levar a uma série de problemas sociais e ideológicos ainda mais profundos, como segregação, preconceito e discriminação.

Isso pois alguns episódios da história da humanidade são, no mínimo, horrendos, violentos e uma completa barbárie. Exemplo disso foi o terrível período escravocrata, em que as pessoas, por sua cor de pele, foram tiradas de seus contextos de origem e tiveram suas condições de vida inferiorizadas, sob contexto de violência de seus corpos, línguas e culturas, além de serem desprovidas de liberdade para viver e pensar. Outro episódio histórico horrendo foi o Holocausto na Alemanha durante o período nazista, iniciado com os ideais eugênicos e em que a eugenia tomou sua forma mais terrível, tornando-se um verdadeiro genocídio. Destarte, Sandel (2021a, p. 91) aponta para o surgimento de uma nova eugenia, a eugenia liberal, em lugar de uma eugenia coercitiva, e pontua que,

Embora a eugenia liberal tenha muitos defensores entre os filósofos morais e políticos anglo-americanos, Jürgen Habermas, o mais proeminente filósofo político da Alemanha, se opõe a ela. Profundamente ciente do sombrio passado eugênico alemão. Habermas argumenta contra o uso de exames embrionários e a manipulação genética para melhoramentos de ordem não medicinal. [...] Intervir geneticamente para selecionar ou melhorar as crianças é censurável, argumenta Habermas, porque viola os princípios liberais de autonomia e igualdade.

Essas reflexões apontam dilemas éticos e sociais relevantes, o que torna ainda mais urgente a discussão dessas questões, especialmente diante do cenário problemático, excludente e falacioso, marcado pela disseminação de informações incorretas e negacionismo científico, que caracterizou o período recente de quatro anos no Brasil – correspondendo ao governo anterior (2019 – 2022) e a crise sanitária provocada pela pandemia de COVID-19 –, quando os ideais defendidos pelos grupos no poder desconsideravam o direito à vida com dignidade de toda uma nação e o respeito à diversidade étnico-racial. Por esse motivo, discussões sobre as manipulações genéticas com a finalidade de melhoramento de seres humanos se apresentam como uma questão sociocientífica e tecnológica atual e altamente problemática, devendo, portanto, ser discutida e abordada no contexto da formação de professores de Ciências e Biologia.

3.3 DETERMINISMO GENÉTICO E UMA NOVA EUGENIA

“[...] a desigualdade corrói a virtude cívica.”
(Michael Sandel, 2021b, p. 328)

Durante a busca por desvelamento das bases genéticas da espécie humana, com a empreitada do Sequenciamento do Genoma Humano, pelo Projeto Genoma Humano, discursos deterministas foram difundidos e serviram de base para sustentar a importância essencial e financeira do projeto. Contudo, conforme salienta Leite (2007, p. 38), após ser alcançado o sequenciamento do genoma humano, já não era possível sustentar “[...] com a mesma desenvoltura a doutrina da centralidade dos genes que havia servido tão bem como motivação e racionalidade do programa bilionário para recensá-lo”. Desse modo,

Processos paralelos de crítica às simplificações do determinismo genético (segundo o qual tudo que ocorre num organismo é comando pelos genes) e de detalhamento da complexidade inerente ao genoma, ao longo dos 12 anos do PGH, já não permitiam, no seu clímax editorial e midiático, usar a mesma linguagem e as mesmas metáforas, pelo menos não sem alguma dose de pudor, qualificativos, atenuações. O resultado é que as duas edições (*Nature* e *Science*) oferecem uma espécie de *pot-pourri* com todos os matizes de determinismo, do mais empedernido genocentrismo a críticas pesadas da genomania – por vezes no interior de um mesmo texto. É como se os geneticistas escrevessem ao mesmo tempo para dois públicos, um leigo e outro especializado. Ou, então, trata-se de um efeito de transição entre maneiras de encarar o objeto genoma que os faz oscilar entre uma retórica determinista e descrições menos mecanicistas, em vários graus (Leite, 2007, p. 38).

Nas subseções seguintes, teceremos brevemente algumas considerações sobre o determinismo genético e sua influência nos discursos que defendem o gene como único responsável determinante das nossas características e de quem somos, bem como da eugenia, vista como processo de alterização e modo operante do racismo científico, e sua estreita relação com as possibilidades advindas das técnicas de edição genética. Por fim, faremos algumas breves ponderações, situando a discussão da QSC abordada e localizando a manipulação genética em humanos com finalidades de aprimoramento genético e seleção de características não relacionadas a condições genéticas de saúde graves como um novo modo operante de eugenia.

3.3.1 A retórica determinista e as promessas do Projeto Genoma Humano: manipulação genética em seres humanos e um novo modo operante de eugenia

O determinismo genético diz respeito à concepção de que os traços e características de um indivíduo são unicamente influenciados pelos genes, estando totalmente fixos em sua caracterização fenotípica, sendo pouco ou nada afetados por mudanças do ambiente físico e social (Penchaszadeh, 2004). Desse modo, as influências do ambiente e do meio social são desconsideradas e, ocasionalmente, quando consideradas, apresentam um lugar de pouco destaque. Conforme refletem Carver e colaboradores (2017), o determinismo genético apresenta-se, de modo frequente, implícito em discursos e expressões comuns como “o gene da inteligência”, sendo os fatores ambientais e epigenéticos ignorados. O uso recorrente da expressão “gene para”, embora pareça sutil, contribui para a reprodução de equívocos, possuindo nuances de uso e interpretação que frequentemente são desconsideradas (Carver *et al.*, 2017).

Nas últimas duas décadas, a pesquisa em genética avançou para a genômica, transformando radicalmente nossa compreensão dos genes e genomas e sua relação com o desenvolvimento, características fenotípicas, fisiologia celular, entre outras. A comunidade científica parece estar passando de uma visão determinística para uma visão mais probabilística da relação entre genes e características. Os avanços na genética e na genômica demonstraram que a ação e a função dos genes devem ser entendidas como parte de múltiplos níveis hierárquicos, em que complexas redes de interações entre componentes são a norma (Carver *et al.*, 2017). Contudo, apesar do progresso da genética como campo de pesquisa, os desenvolvimentos na compreensão científica de vários conceitos relacionados parecem não ter chegado ao público, na medida em que as crenças determinísticas genéticas ainda prevalecem em grande medida (Carver *et al.*, 2017), muitas delas compartilhadas e reforçadas pela retórica determinista, ainda reflexo do PGH e da mídia (Leite, 2006, 2007).

Dentre outras problemáticas de livros didáticos enunciadas na literatura (ver Megid-Neto; Fracalanza, 2003), a problemática do determinismo genético também é levantada em pesquisas que focam na análise de livros didáticos no contexto do ensino de Biologia. Em estudo anterior (Prochazka; Franzolin, 2018), foram analisados livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) com o intuito de verificar quais características humanas são mencionadas nos livros didáticos brasileiros e como são abordadas, de modo a ser possível inferir sobre se propiciavam ou não ao aluno a compreensão da complexidade da

expressão de suas características. Os resultados do estudo indicaram que as características são menos priorizadas nos livros didáticos, majoritariamente descritas como monogênicas (características consideradas determinadas por apenas um par de genes) e estão pouco relacionadas com conhecimentos sobre a influência do ambiente em sua expressão, o que pode contribuir com uma visão determinista da genética.

No que lhe concerne, em outro estudo mais recente (Nicola; Duarte; Silva, 2021), partindo do pressuposto de que o determinismo genético incorre frequentemente em erros conceituais e preconceito, foi investigada a influência dessas ideias em licenciandos em Ciências Biológicas. Como resultado, constatou-se que eles apresentaram conhecimento limitado sobre conceitos básicos da genética, incluindo aqui conhecimentos de Genética, Biologia Molecular e Evolução. Além dessa constatação, os dados indicaram a influência da falácia determinista nas respostas dos licenciandos, a partir da adesão deles a uma noção de “corporeidade”, que associa a natureza genética de uma característica à sua proximidade do corpo. Portanto, a suscetibilidade às ideias do determinismo genético está fundamentada na baixa familiaridade com conceitos básicos de genética e na concepção de “corporeidade” mencionada. Além disso, o estudo indicou que grande parte de sua informação não formal provém de fontes caracterizadas por discursos reducionistas e sensacionalistas. Como alternativa à superação desses desafios, os autores do estudo sugerem que, além do aumento do nível de conhecimentos em genética, é necessário promover discussões críticas sobre o aparato ideológico que permeia o determinismo genético.

Conforme argumentam Carver e colaboradores (2017), o pensamento determinístico tem sido usado em explicações centradas nos genes de fenômenos complexos no âmbito social, como, por exemplo, comportamento criminoso, participação política ou orientação sexual. Não obstante, essa crença essencialista na genética pode ser problemática para a nossa sociedade, uma vez que gera atitudes intolerantes, como racismo e preconceito. Isso remete ao processo de alterização. De acordo com Sánchez-Arteaga e colaboradores (2015), a alterização é entendida como um processo cultural de criação de alteridades através da delimitação, rotulação e categorização das formas possíveis de ser outro, a partir de um contexto sócio-histórico específico. Embora possa incluir tanto visões positivas quanto negativas, neste estudo, assim como em Sánchez-Arteaga *et al.* (2015), focamos o olhar na alterização como fator de marginalização e exclusão social de diversos grupos humanos. Exemplos típicos de grupos marginalizados socialmente incluem raças não europeias, mulheres, homossexuais e pessoas em situação de rua (Penchaszadeh, 2004; Sánchez-Arteaga *et al.*, 2015).

Historicamente, a ciência, particularmente a Biologia, contribuiu para diversos processos discriminatórios com teorias raciais, darwinismo social e eugenia, o que colaborou com o fortalecimento de diversos discursos sociais e políticas de “higiene” racial e para o fortalecimento e a legitimação do racismo no Brasil e em outros lugares do mundo. Tendo em vista tal contexto, é necessário articular os debates atuais sobre os avanços da genômica com discussões sobre determinismo genético e a possibilidade de ideias e práticas eugênicas insurgentes. Essas ideias ainda nos impactam hoje, pois a ideologia associada ao racismo científico é uma forma perversa e amplamente difundida de violência contra a dignidade humana, resultando em relações étnico-raciais desiguais na sociedade (Bolsanello, 1996; Munanga, 2004; Verrangia; Silva, 2010; Wade, 2017). Além disso, tais reflexos aparecem também na discriminação de pessoas com diferentes características envolvendo a saúde, a exemplo de condições como síndromes (por exemplo, Síndrome de Down), transtornos (por exemplo, transtorno bipolar), distúrbios (por exemplo, distúrbios neurológicos) e doenças (por exemplo, Diabetes Mellitus, Malária).

O determinismo genético também influenciou a ideologia de “higiene racial” praticada pelos nazistas nos anos 1930 e apoiada por geneticistas famosos da Alemanha e dos Estados Unidos (Penchaszadeh, 2004). Como consequência dessas políticas, houve “[...] proibição de casamentos inter-raciais, esterilizações forçadas de portadores de deficiência e assassinatos de pacientes com condições genéticas, culminando no genocídio de judeus, ciganos e outras minorias consideradas geneticamente inferiores” (Penchaszadeh, 2004, p. 62). Sendo assim, as teorias e os argumentos científicos que determinaram níveis de inferioridade e superioridade entre diferentes grupos humanos, categorizando-os como raças biológicas distintas, são reconhecidos na história da ciência como racismo científico. Esses conceitos serviram de base para várias formas de discriminação e negação de direitos (Penchaszadeh, 2004; Sánchez-Arteaga; El-Hani, 2012).

Nessa perspectiva, Sandel (2021a, p. 77), em seus termos, afirma que a eugenia consistiu em um movimento “dotado de uma grande ambição” de aprimorar geneticamente o ser humano. Conforme assinala, em 1883, foi criado pelo cientista inglês Francis Galton, primo de Charles Darwin, o termo *eugenia*, derivado do grego e que quer dizer “bem-nascido”. Galton fez uso de métodos estatísticos no estudo de hereditariedade, pois estava convencido de que a hereditariedade era o fator determinante do talento e do caráter, considerando ser possível alcançar, por meio de casamentos criteriosos por diversas gerações consecutivas, a produção de uma raça talentosa de seres humanos. A partir disso, a ideia de Galton se alastrou para os

Estados Unidos e ganhou fama e adeptos. O estado indiano foi o primeiro a adotar uma lei de esterilização compulsória para pacientes com doenças mentais, prisioneiros e pessoas em situação de rua. Na Alemanha, em 1933, Adolf Hitler criou uma lei de esterilização, sendo elogiado por eugenistas americanos. Contudo, a eugenia de Hitler ultrapassou a esterilização e “passou ao assassinato em massa e ao genocídio” (Sandel, 2021a, p. 81). Na literatura, há dois tipos de eugenia possíveis, são elas: a eugenia positiva, que busca melhorar as características dos seres humanos, a exemplo de aptidão física e inteligência; e a eugenia negativa, que tem um caráter terapêutico, cujo interesse seria a eliminação de caracteres desfavoráveis dos seres humanos (Guimarães; Carvalho; Oliveira, 2010).

Com os avanços das técnicas de edição genética, a exemplo da técnica CRISPR-Cas9, é oferecida esperança para a cura de doenças genéticas graves, neurológicas e a melhoria da qualidade de vida, quiçá, o prolongamento desta. No entanto, esse progresso também traz o risco do retorno expresso do racismo científico e da eugenia. Dessa forma, argumentamos que a manipulação genética e o “aprimoramento” da espécie podem levar a graves consequências, como as vistas durante o regime de Adolf Hitler, apresentando, assim, desafios éticos e morais em suas práticas.

Conforme discutimos, o Projeto Genoma Humano e a descoberta de muitos genes associados a doenças trouxeram novas ferramentas para compreender a interação entre ambiente e genes no desenvolvimento de características humanas, incluindo aspectos envolvendo saúde e doenças. No entanto, a pesquisa genômica, com sua abordagem reducionista, renovou o impulso pelo determinismo genético. Essa nova forma de determinismo, embora mais sutil, reconhece a importância do ambiente, mas ainda privilegia as explicações genéticas para aspectos de saúde, doença e comportamento (Penchaszadeh, 2004). Alguns geneticistas tendem a expressar opiniões que reforçam explicações reducionistas e determinísticas, conforme afirmações destacadas:

[...] de líderes do Projeto Genoma Humano: “Da seqüência do genoma pode-se ter a explicação última do ser humano” (Gilbert, 1987), ou “Sabemos que nosso destino está nos nossos genes” (Watson, 1989), ou “O conhecimento do Projeto Genoma Humano poderia solucionar problemas como falta de moradia e crime, além de ajudar aos pobres, enfermos e desprovidos” (Koshland, 1991) (Penchaszadeh, 2004, p. 63).

À vista disso, salientam-se, nos dias atuais, as promessas da indústria de biotecnologia de soluções rápidas para diversas condições de saúde e bem-estar humano por meio de

intervenções genéticas aparentemente “mágicas” e “salvacionistas”. De acordo com Penchaszadeh (2004, p. 65), “Um problema ético ainda maior do determinismo genético por trás da abordagem genética personalizada à prevenção é o risco de se gerar categorias de indivíduos (aqueles com susceptibilidades genéticas) que fiquem sujeitos à estigmatização e discriminação em planos de seguro-saúde e em ambientes de trabalho”. Algo já evidenciado, conforme ressalta o autor. Além disso, esse determinismo genético “sutil” pode impactar negativamente as decisões reprodutivas de casais que, porventura, enfrentam algum risco genético, de tal modo que,

[...] por exemplo, quando apenas fatores genéticos são considerados, ignorando o papel fundamental da família e do ambiente social nas manifestações fenotípicas de variações genéticas. Essas falsas idéias têm de fato estado por trás de políticas eugênicas do passado e podem também estar no cerne de um novo e sutil tipo de eugenia (“suave”), quando os casais podem ser induzidos a interromper a gravidez diante da menor noção de que “algo pode estar errado” na constituição do feto. A comercialização de crianças baseada em seu “valor genético” pretendido é uma consequência direta do determinismo genético subliminar (Penchaszadeh, 2004, p. 66).

Esse tipo de discurso revela-se politicamente problemático, pois promove uma perigosa transposição do paradigma da causalidade: as responsabilidades pelas mazelas sociais deixam de ser atribuídas ao contexto estrutural e passam a ser direcionadas aos genes dos indivíduos. Nessa perspectiva reducionista, o determinismo genético acaba por isentar a sociedade de suas obrigações frente às desigualdades e injustiças, naturalizando problemas que têm origens claramente sociais e ambientais. Assim, aspectos como a poluição ou práticas irresponsáveis da indústria alimentícia deixam de ser compreendidos como consequências de escolhas e políticas coletivas e passam a ser vistos como desdobramentos inevitáveis da constituição genética de cada pessoa. Trata-se, portanto, de um deslocamento de responsabilidades que reforça a culpabilização individual e invisibiliza os determinantes sociais dos problemas humanos, como já advertiu Penchaszadeh (2004).

Ao mesmo tempo em que os benefícios da genômica podem ser potencialmente grandes, a estrada do genoma à saúde é extremamente complexa e exige não apenas pesquisas contínuas sobre os papéis dos genes e do ambiente nas doenças, mas também uma maior reestruturação de prioridades e tomada de decisões responsáveis na sociedade. Tais medidas são importantes para que a pesquisa biomédica e a assistência médica respondam às necessidades reais da maioria das pessoas e não apenas das elites e dos

interesses comerciais das indústrias biotecnológicas e farmacêuticas (Penchaszadeh, 2004, p. 66).

3.3.2 Aspectos legais da manipulação genética em seres humanos no Brasil

Conforme vimos em seções anteriores, diversos foram e estão sendo os avanços na área da Biologia. Desde a segunda metade do século XIX, quando o naturalista inglês Charles Darwin propôs a Teoria da Evolução das Espécies, passando pelo século XX, marcado pelo desenvolvimento da genética, com a descoberta da estrutura da molécula de DNA, atribuída aos geneticistas norte-americanos James Watson e Francis Crick, e, mais recentemente, com os avanços de pesquisas voltadas para o sequenciamento e a manipulação do Genoma de várias espécies, incluindo a espécie humana, diversos dilemas e questionamentos de ordem moral e ética surgem e necessitam ser pensados e considerados.

Os “avanços” mencionados nos colocam diante de novos questionamentos que podem afetar a vida na Terra, bem como os rumos da evolução da nossa espécie, dentre eles: quais os limites desses avanços da biotecnologia? Quais as possíveis consequências do acesso às informações genéticas dos indivíduos na sociedade? Até onde podemos manipular e editar o nosso material genético e de outras espécies sem gerar danos? Por que deveríamos aperfeiçoar nossos genes? Quais devem ser os limites da manipulação genética em seres humanos? A partir de que momento o uso de terapias genéticas pode sugerir o aperfeiçoamento de características fenotípicas não relacionadas à condição de saúde? Quem tem acesso a esses avanços da biotecnologia? Quais seriam as consequências de uma sociedade em que as pessoas pudessem fabricar seus filhos?

Questionamentos como esses tensionam a complexidade dos avanços da biotecnologia, principalmente aqueles voltados para a edição genética em seres humanos, e nos convidam a refletir sobre os limites legais dos seus possíveis usos em pesquisas e pelas pessoas em geral. Nesse sentido, voltamos nosso olhar para alguns documentos e normativas legais que abordam os desdobramentos da biotecnologia, especialmente no que tange à sua utilização em seres humanos no contexto nacional.

Na Resolução do Conselho Federal de Medicina (CFM) nº 2.294, de 27 de maio de 2021, no que tange ao item “I - normas éticas para a utilização das técnicas de reprodução assistida” (RA), em seus princípios gerais, é destacado que “5. As técnicas de RA não podem ser aplicadas com a intenção de selecionar o sexo (presença ou ausência de cromossomo Y) ou qualquer outra característica biológica do futuro filho, exceto para evitar doenças no possível

descendente” (Brasil, 2021). Sobre o item “VI - Diagnóstico Genético Pré-implantacional de embriões”, determina-se:

1. As técnicas de RA podem ser aplicadas à seleção de embriões submetidos a diagnóstico de alterações genéticas causadoras de doenças, podendo nesses casos ser doados para pesquisa ou descartados, conforme a decisão do(s) paciente(s), devidamente documentada com consentimento informado livre e esclarecido específico. No laudo da avaliação genética, só é permitido informar se o embrião é masculino ou feminino em casos de doenças ligadas ao sexo ou de aneuploidias de cromossomos sexuais.
2. As técnicas de RA também podem ser utilizadas para tipagem do Antígeno Leucocitário Humano (HLA) do embrião, no intuito de selecionar embriões HLA-compatíveis com algum irmão já afetado pela doença e cujo tratamento efetivo seja o transplante de células-tronco, de acordo com a legislação vigente.
3. O tempo máximo de desenvolvimento de embriões in vitro será de até 14 (quatorze) dias (Brasil, 2021).

Por sua vez, no que diz respeito ao exposto na Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, em seu art. 3º, são consideradas, especificamente, nos incisos IV, VII, VIII, IX, X, XI, as seguintes definições:

- IV – engenharia genética: atividade de produção e manipulação de moléculas de ADN/ARN recombinante;
- VII – célula germinal humana: célula-mãe responsável pela formação de gametas presentes nas glândulas sexuais femininas e masculinas e suas descendentes diretas em qualquer grau de ploidia;
- VIII – clonagem: processo de reprodução assexuada, produzida artificialmente, baseada em um único patrimônio genético, com ou sem utilização de técnicas de engenharia genética;
- IX – clonagem para fins reprodutivos: clonagem com a finalidade de obtenção de um indivíduo;
- X – clonagem terapêutica: clonagem com a finalidade de produção de células-tronco embrionárias para utilização terapêutica;
- XI – células-tronco embrionárias: células de embrião que apresentam a capacidade de se transformar em células de qualquer tecido de um organismo (Brasil, 2005).

Diante do exposto, institui-se, em seu art. 6º, que fica proibida a:

- I – implementação de projeto relativo a OGM sem a manutenção de registro de seu acompanhamento individual;
- II – engenharia genética em organismo vivo ou o manejo **in vitro** de ADN/ARN natural ou recombinante, realizado em desacordo com as normas previstas nesta Lei;

III – engenharia genética em célula germinal humana, zigoto humano e embrião humano;

IV – clonagem humana;

V – destruição ou descarte no meio ambiente de OGM e seus derivados em desacordo com as normas estabelecidas pela CTNBio, pelos órgãos e entidades de registro e fiscalização, referidos no art. 16 desta Lei, e as constantes desta Lei e de sua regulamentação;

VI – liberação no meio ambiente de OGM ou seus derivados, no âmbito de atividades de pesquisa, sem a decisão técnica favorável da CTNBio e, nos casos de liberação comercial, sem o parecer técnico favorável da CTNBio, ou sem o licenciamento do órgão ou entidade ambiental responsável, quando a CTNBio considerar a atividade como potencialmente causadora de degradação ambiental, ou sem a aprovação do Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, quando o processo tenha sido por ele avocado, na forma desta Lei e de sua regulamentação;

VII – a utilização, a comercialização, o registro, o patenteamento e o licenciamento de tecnologias genéticas de restrição do uso (Brasil, 2005).

Além disso, em parágrafo único, para os efeitos da referida lei, entendem-se por tecnologias genéticas de restrição do uso

[...] qualquer processo de intervenção humana para geração ou multiplicação de plantas geneticamente modificadas para produzir estruturas reprodutivas estéreis, bem como qualquer forma de manipulação genética que vise à ativação ou desativação de genes relacionados à fertilidade das plantas por indutores químicos externos (Brasil, 2005).

Por fim, destacamos os aspectos apresentados em seu capítulo VIII, que trata dos crimes e das penas, a saber:

Art. 24. Utilizar embrião humano em desacordo com o que dispõe o art. 5º desta Lei:

Pena – detenção, de 1 (um) a 3 (três) anos, e multa.

Art. 25. Praticar engenharia genética em célula germinal humana, zigoto humano ou embrião humano:

Pena – reclusão, de 1 (um) a 4 (quatro) anos, e multa.

Art. 26. Realizar clonagem humana:

Pena – reclusão, de 2 (dois) a 5 (cinco) anos, e multa (Brasil, 2005).

Diante do exposto, é possível perceber que o ordenamento jurídico brasileiro, por meio da legislação vigente e das resoluções específicas do Conselho Federal de Medicina, estabelece limites éticos e legais bastante rigorosos quanto às práticas de manipulação genética em seres humanos. Tais restrições visam, sobretudo, prevenir riscos à dignidade humana e conter o avanço de possíveis usos inadequados dessas tecnologias, como a clonagem reprodutiva e a

manipulação de características genéticas não relacionadas à saúde. Entretanto, essas normativas, embora representem avanços importantes na regulação da biotecnologia, também suscitam controvérsias e dilemas morais, principalmente quando confrontadas com o ritmo acelerado das inovações científicas e tecnológicas e com os interesses de determinados setores econômicos e sociais. No contexto da formação de professores de Ciências, essas discussões assumem um papel central, na medida em que a manipulação e o melhoramento genético humano constituem uma questão sociocientífica que desafia tanto o conhecimento técnico quanto a reflexão ética e moral sobre os limites, as responsabilidades e as consequências sociais do uso dessas tecnologias. Assim, a compreensão crítica das dimensões legais aqui apresentadas torna-se fundamental para que futuros professores possam promover, em sala de aula, debates éticos fundamentados, contextualizados e socialmente relevantes sobre os avanços e as controvérsias da engenharia genética.

Na seção seguinte, trataremos brevemente de aspectos importantes para a compreensão das principais controvérsias em torno das técnicas de edição e melhoramento genético humano.

3.4 MANIPULAÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO HUMANO COMO QSC: POTENCIALIDADES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

Nesta seção, tecemos reflexões sobre a consideração da manipulação e do melhoramento genético em seres humanos como uma questão sociocientífica, com potencial para evidenciar aspectos éticos e morais relacionados a conteúdos da Biologia, particularmente genética, genômica e biotecnologia, bem como para o desenvolvimento moral dos cidadãos globais. Portanto, tal abordagem deve ser considerada ainda nos cursos de formação inicial de professores de Ciências e Biologia, de modo a preparar os futuros professores a lidarem com e abordarem aspectos éticos e morais relacionados a esses conteúdos.

Tendo em vista a problemática já exposta, sinalizamos a controvérsia do potencial inovador da tecnociência, uma vez que, embora aponte uma variedade de “soluções” para diversos problemas e necessidades da humanidade, esses produtos científico-tecnológicos não se isentam de riscos. Ou seja, nem sempre essas “soluções” apresentadas pelo potencial inovador dos produtos científico-tecnológicos estão isentas de danos. Portanto, a possibilidade de seu potencial para a geração de danos em nossa sociedade, no ambiente e na vida das pessoas evidencia a necessidade de formação crítica para lidar com os adventos da Ciência e da Tecnologia em nossas sociedades. Conforme argumenta Derek Hodson,

No mundo ocidental contemporâneo, a tecnologia é onipresente; o seu impacto social e ambiental é claro; as suas desconcertantes implicações sociais e seus perturbadores dilemas ético-morais são mostrados quase todos os dias através dos tabloides e noticiários de TV. Por estes tipos de razões, faz bastante sentido incluir QSC com forte presença das dimensões tecnológicas e de engenharia no currículo (Hodson, 2018, p. 33).

Nesse sentido, vale destacar dois estudos realizados sobre o tema, os quais apontam para a importância da discussão do assunto no contexto da formação de professores. O primeiro deles foi realizado por Schneider, Meglhioratti e Corazza (2016), que analisaram os discursos de professores sobre a manipulação genética e o melhoramento humano no contexto de um curso de formação continuada sobre o movimento eugênico ocorrido nos séculos XIX e XX. As autoras realizaram uma análise a partir da Análise de Discurso e enfatizam que os resultados dos estudos indicam uma mudança gradativa dos posicionamentos dos professores. Logo, identificaram que suas visões iniciais eram deterministas, com visões de que, com os avanços da genética, conseguiriam “aperfeiçoar a espécie humana”, no sentido de alcançar um “ideal” de ser humano. No entanto, no decorrer do debate, as estudosas perceberam que os discursos se tornaram menos deterministas, com percepções mais críticas.

Outra investigação, originada do mesmo curso formativo, foi realizada por Schneider, Meglhioratti e Soares (2017), na busca por analisar os sentidos produzidos em discursos de professores a partir da leitura e reflexão de textos de divulgação científica sobre o melhoramento genético humano. De modo semelhante à pesquisa anterior, os dados também foram analisados a partir da Análise de Discurso de linha francesa. Os resultados também apontam para a contribuição do debate sobre o tema na constituição da formação do indivíduo. Portanto, a “formação discursiva e ideológica” dos professores, assim como as reflexões durante a realização do curso, contribuiu para a compreensão, por parte dos professores, dos diferentes sentidos dos discursos das atuais técnicas de manipulação genética humana e suas aproximações ideológicas com discursos eugênicos e suas implicações éticas (Schneider; Meglhioratti; Soares, 2017).

O referido estudo, bem como a defesa que fazemos aqui, ainda se justifica a partir do reduzido número de pesquisas sobre QSC que focam nos aspectos éticos e morais. Isso porque, conforme afirmado por Silva e Santos (2014), muito embora haja um consenso de que os estudos sobre QSC devem assumir a relevância da dimensão moral no processo de tomada de

decisão, essa dimensão não se apresenta como preocupação central dessas pesquisas. Portanto, há uma necessidade de mais estudos que enfoquem a moralidade nas pesquisas sobre QSC.

Sobre isso, há dois estudos que colocam a moralidade no centro da questão. O primeiro (Brum; Schuhmacher, 2014) teve por objetivo realizar uma análise do posicionamento de seis professores de Ciências sobre ética no ensino de Ciências durante uma apresentação em sala de aula sobre o tema transgênicos. Portanto, seu enfoque temático centrou-se nas concepções de professores sobre o ensino de ética. Já o segundo estudo (Silva; Santos, 2015) centrou-se em identificar as visões de estudantes do 3º ano do ensino médio sobre temas da biotecnologia, como clonagem, transgênicos, células-tronco e terapia gênica.

Nesse contexto, consideramos que a abordagem do melhoramento genético humano, enquanto questão sociocientífica fértil, pode contribuir para a ação sociopolítica (Hodson, 2018) e para a tomada de decisão a partir da exploração de caso envolvendo dilemas morais. A partir dessa abordagem, os estudantes e os professores podem aprender mais sobre as promessas e limitações da genômica e os limites éticos das aplicações da biotecnologia, assim como sobre fontes de informação confiáveis, estrutura e qualidade de um argumento, identificação de interesses socioeconômicos nos adventos tecnocientíficos, controvérsias, confiabilidade nos agentes da ciência e da tecnologia e de seus financiadores, percepção de risco, crenças, valores, relações de poder frente à produção de conhecimento, entre outros aspectos. Além disso, podem desenvolver sensibilidade moral e habilidades argumentativas durante o debate sobre a QSC estudada.

Conforme evidenciamos no capítulo anterior, a abordagem das QSC no contexto do ensino de Ciências vem ganhando notoriedade, particularmente com o crescente desenvolvimento da tecnociência, que, além de soluções, muitas vezes impõe inúmeros desafios de ordem moral, social, ambiental e econômica. Com o objetivo de compreender as orientações curriculares para o ensino médio, particularmente da disciplina Biologia, direcionamos, na seção seguinte, nosso olhar para o que anunciam alguns documentos curriculares.

3.5 UM OLHAR PARA O QUE ANUNCIAM E SILENCIAM OS DOCUMENTOS CURRICULARES

Considerando o exposto nos documentos oficiais e sua relevância como orientadores das práticas educativas, realizamos uma análise documental qualitativa e interpretativa de caráter exploratório (Bogdan; Biklen, 2003; Flick, 2007; Yin, 2016), buscando identificar a

presença (ou ausência) de proposições que favoreçam a abordagem de QSC, bem como de conteúdos e aspectos da dimensão ética e valorativa associados aos avanços da genética e da biotecnologia na contemporaneidade. Essa análise teve como base a leitura atenta, crítica e fundamentada de quatro documentos curriculares: as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (DCN), publicadas em 2013 (Brasil, 2013); os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), de 1999 (Brasil, 1999); a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC-EM), de 2018 (Brasil, 2018); e o Currículo do Ensino Médio do Estado de Sergipe, promulgado em 2022 (Sergipe, 2022). Nesses documentos curriculares, é reconhecida como um dos objetivos a formação para o exercício da cidadania, bem como a ciência como uma construção humana.

A seleção desses documentos se deu por sua centralidade na organização curricular da Educação Básica e por representarem diferentes momentos históricos e perspectivas político-pedagógicas no cenário educacional brasileiro. O procedimento adotado envolveu a identificação, marcação e categorização de trechos que, direta ou indiretamente, fazem referência à formação cidadã (cidadania, criticidade, etc.), à ética (ética, moral, valores, responsabilidade social, etc.), à ciência e à tecnologia (genética, biotecnologia, etc.) como construções humanas, aos impactos da tecnociência e à necessidade de participação crítica da população em temas controversos e socialmente relevantes. Os excertos foram interpretados à luz da literatura da área, especialmente em diálogo com as abordagens CTS/CTSA e de QSC e com referenciais críticos como Paulo Freire e Michael Apple, promovendo, assim, uma leitura que vai além do conteúdo prescrito, atentando também para suas omissões, contradições e potencialidades formativas. Essa análise foi guiada por princípios da Análise de Discurso Crítica (Fairclough, 2001a, 2001b, 2003), a partir da compreensão dos textos como parte de práticas sociais, permitindo evidenciar os sentidos produzidos por meio da linguagem e revelando relações de poder, ideologias e disputas simbólicas no interior dos textos curriculares.

A Análise Crítica do Discurso (ACD), conforme proposta por Fairclough (2001a, 2001b, 2003), entende o discurso como uma prática social, ou seja, como linguagem em uso, situada em contextos históricos e ideológicos marcados por relações de poder. Ao articular linguagem, ideologia e sociedade, a ACD permite compreender como os textos e as falas expressam, sustentam, resistem ou transformam estruturas sociais. A análise não se restringe à descrição textual, mas busca interpretar os sentidos produzidos nas práticas discursivas e explicá-los à luz de contextos sociais mais amplos. Nesse sentido, Fairclough propõe uma abordagem tridimensional, composta pelas dimensões do texto (descrição das características

linguísticas), da prática discursiva (interpretação dos modos de produção, distribuição e consumo dos textos) e da prática social (explicação das condições sociais e ideológicas que moldam os discursos). Destacam-se ainda os conceitos de intertextualidade e interdiscursividade, fundamentais para rastrear como diferentes vozes, saberes e domínios discursivos (como o religioso, o midiático, o científico) se entrelaçam na produção de sentidos, revelando os modos como os atores sociais se posicionam frente às disputas simbólicas que atravessam a linguagem. Assim, a ACD se constitui não apenas como um método analítico, mas como uma prática ético-política comprometida com a transformação social.

A análise dos documentos curriculares realizada nesta tese alinha-se à perspectiva da ACD, na medida em que compreende os textos oficiais como práticas discursivas inseridas em um campo de disputas ideológicas e políticas sobre o que ensinar, para quem e com que finalidade. Esses documentos não são tomados como prescrições neutras, mas como textos que materializam determinados projetos de sociedade, legitimando ou silenciando sentidos, vozes e epistemologias. Ao adotar a lente da ACD, buscou-se identificar como categorias como ética, cidadania, ciência e tecnologia são discursivamente construídas e recontextualizadas, ora reforçando perspectivas tecnicistas e neoliberais, ora abrindo brechas para abordagens críticas e emancipadoras. A intertextualidade presente nas diretrizes, competências e habilidades foi analisada com o intuito de revelar os entrelaçamentos entre discursos pedagógicos, científicos e sociopolíticos que moldam o currículo. Além disso, ao interpretar os documentos como artefatos ideológicos, a análise evidenciou como eles operam na (re)produção de hegemonias e exclusões, especialmente ao negligenciar temas polêmicos como as questões sociocientíficas e seus dilemas éticos. Desse modo, a ACD ofereceu um aporte teórico-metodológico potente para compreender os sentidos mobilizados nos textos curriculares e para reafirmar a necessidade de uma leitura crítica e propositiva do currículo como espaço de disputa, criação e transformação.

Nas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (DCN), há referência, no Art. 12, de que “[...] o currículo do ensino médio deve I – garantir ações que promovam: a) a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes” (Brasil, 2013, p. 197). Em seu item 6, a função do ensino médio no marco legal, há a afirmação de que a finalidade da educação é de tríplice natureza:

I – O pleno desenvolvimento do educando deve ser voltado para uma concepção teórico educacional que *leve em conta as dimensões: intelectual, afetiva, física, ética, estética, política, social e profissional*;

II – O *preparo para o exercício da cidadania* centrado na condição básica de ser sujeito histórico, social e cultural; sujeito de direitos e deveres;
 III – A qualificação para o trabalho fundamentada na perspectiva de *educação como um processo articulado entre ciência, tecnologia, cultura e trabalho* (Brasil, 2013, p. 169, grifo nosso).

A partir da leitura do referido documento curricular, fica evidente que a educação tecnológica e a articulação entre ciência, tecnologia e trabalho pressupõem conhecimentos sobre as influências desses adventos científicos e tecnológicos na sociedade. Desse modo, consideramos a relevância de abordar outros conhecimentos, sobretudo questões sociocientíficas, que são inerentes à ciência e à tecnologia e que, por vezes, impactam, positiva ou negativamente, nossas vidas. Vale acentuar que toda a fundamentação para a organização curricular do Ensino Médio nas DCN (Brasil, 2013) centra-se na ciência, na tecnologia, no trabalho e na cultura como dimensões da formação humana.

A consideração e a alusão à ciência e à tecnologia como dimensões curriculares aparecem em vários trechos ao longo do documento das DCN, conforme pode ser ilustrado no seguinte fragmento extraído das diretrizes, o qual aponta os componentes curriculares e a articulação de seus conteúdos:

Os componentes curriculares e as áreas de conhecimento devem articular a seus conteúdos, a partir das possibilidades abertas pelos seus referenciais, a abordagem de temas abrangentes e contemporâneos, que afetam a vida humana em escala global, regional e local, bem como na esfera individual. Temas como saúde, sexualidade e gênero, vida familiar e social, assim como os direitos das crianças e adolescentes, de acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei nº 8.069/90), preservação do meio ambiente, nos termos da política nacional de educação ambiental (Lei nº 9.795/99), educação para o consumo, educação fiscal, trabalho, *ciência e tecnologia*, diversidade cultural, devem permear o desenvolvimento dos conteúdos da base nacional comum e da parte diversificada do currículo (Brasil, 2013, p. 165, grifo nosso).

Assim, a formação para o exercício da cidadania, considerando a aprendizagem de valores sociais e a participação ativa em discussões coletivas com potenciais emancipatórios, é essencial na construção de uma sociedade democrática que seja mais justa e responsável. Conforme apresentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica:

[...] *os valores sociais, bem como os direitos e deveres dos cidadãos, relacionam-se com o bem comum e com a ordem democrática.* Estes são conceitos que requerem a atenção da comunidade escolar para efeito de organização curricular, cuja discussão tem como alvo e motivação a temática da construção de identidades sociais e culturais. A problematização sobre essa

temática contribui para que se possa compreender, coletivamente, que *educação cidadã consiste na interação entre os sujeitos, preparando-os por meio das atividades desenvolvidas na escola, individualmente e em equipe, para se tornarem aptos a contribuir para a construção de uma sociedade mais solidária, em que se exerça a liberdade, a autonomia e a responsabilidade.* Nessa perspectiva, cabe à instituição escolar compreender como o conhecimento é produzido e socialmente valorizado e como deve ela responder a isso. É nesse sentido que as instâncias gestoras devem se fortalecer instaurando um processo participativo organizado formalmente, por meio de colegiados, da organização estudantil e dos movimentos sociais (Brasil, 2013, p. 24-25, grifo nosso).

De modo mais particular, tendo em vista os desafios do contexto atual de avanço da ciência e da tecnologia, o referido documento, ao considerar o domínio do conhecimento científico como uma das condições para o exercício da cidadania, destaca que

O conhecimento científico e as novas tecnologias constituem-se, cada vez mais, condição para que a pessoa saiba se posicionar frente a processos e inovações que a afetam. Não se pode, pois, ignorar que se vive: o avanço do uso da energia nuclear; da nanotecnologia; a conquista da produção de alimentos geneticamente modificados; a clonagem biológica. Nesse contexto, tanto o docente quanto o estudante e o gestor requerem uma escola em que a cultura, a arte, a ciência e a tecnologia estejam presentes no cotidiano escolar, desde o início da Educação Básica (Brasil, 2013, p. 26, grifo nosso).

Nesse sentido, considerando o exposto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), com os princípios e as finalidades que orientam o Ensino Médio, a formação ética, bem como a autonomia intelectual e o pensamento crítico, que contribuem com a construção de sujeitos de direitos, devem se promovidos desde o ingresso do estudante no mundo escolar (Brasil, 2013). Aqui, consideramos a importância dessa formação a partir de Paulo Freire ao nos convidar a refletir sobre a educação e a busca por emancipação. Freire (1984) compreende ser necessário entender e conceber a educação para além de um sentido reduzido a ensino, no sentido de habilitar ou “dar” competência, mas no sentido de humanizar. Portanto, a educação deve promover processos de humanização dos indivíduos, o que vai na direção da emancipação do ser humano.

Por sua vez, a BNCC consiste em um documento de caráter normativo que define o conjunto de proposições que orientam as escolhas dos componentes curriculares a partir da definição de objetivos de aprendizagem, bem como o conjunto de aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo da Educação Básica (Brasil, 2018). Particularmente sobre a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o referido documento

evidencia aspectos relacionados às possíveis influências da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente ao expor que

[...] questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros. Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo (Brasil, 2018, p. 547, grifo nosso).

Ainda no sentido do exposto no documento mencionado, é salientado que é necessário evidenciar que a aprendizagem de Ciências da Natureza não se limita à aprendizagem de seus conteúdos, conforme apresentado no trecho a seguir:

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (Brasil, 2018, p. 547, grifo nosso).

Nesse contexto, de modo a orientar o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, o documento propõe três competências específicas para essa área do conhecimento, estando vinculadas a cada uma delas algumas habilidades. As competências elencadas são:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, *minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.*
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e *fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.*
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para *propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e*

comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (Brasil, 2018, p. 553, grifo nosso).

As competências específicas da área, como analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, investigar situações-problema avaliando as aplicações e os impactos da ciência e da tecnologia no mundo e elaborar argumentos fundamentados, apontam para uma formação que transcende o conteúdo e visa à formação de sujeitos críticos e engajados, desde que o ensino seja conduzido e orientado para essa finalidade. Particularmente, no que se refere à competência 3, o documento assinala que 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*” (Brasil, 2018, p. 558, grifo nosso). Assim, é afirmado que

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, grifo nosso).

No contexto mencionado, o documento evidencia debates e controvérsias que podem ser gerados com os avanços da ciência e da tecnologia a partir das aplicações de conhecimentos da área da genética, bem como a relevância da compreensão desses processos e possíveis impactos da ciência e da tecnologia e implicações de diversas naturezas para fomentar um debate bem fundamentado, considerando dilemas éticos decorrentes desses avanços. Consideramos que essa compreensão contribui com uma visão mais crítica e equilibrada da ciência e da tecnologia, indo na contramão de uma visão cientificista, que confere credibilidade à ciência considerando apenas as suas contribuições positivas, desconsiderando, desse modo, seus possíveis impactos negativos.

No que se refere ao ensino de Biologia, nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a Biologia é destacada como fundamental para a compreensão de questões como clonagem, testes de DNA e biotecnologia e como subsídio para emitir julgamentos sobre questões polêmicas. Conforme é assinalado no seguinte fragmento,

Ter uma noção de como operam esses níveis submicroscópicos da Biologia não é um luxo acadêmico, mas sim *um pressuposto para uma compreensão mínima dos mecanismos de hereditariedade e mesmo da biotecnologia contemporânea, sem os quais não se pode entender e emitir julgamento sobre testes de paternidade pela análise do DNA, a clonagem de animais ou a forma como certos vírus produzem imunodeficiências* (Brasil, 1999, p. 9-10, grifo nosso).

Além disso, no referido documento (Brasil, 1999, p. 14), é destacada a importância atribuída aos elementos da história e da filosofia da ciência e da biologia, uma vez que possibilitam “[...] aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados ao seu momento histórico”. Desse modo, é destacado que o conhecimento científico está associado aos contextos social, econômico e político. O documento ainda reitera que a compreensão da estrutura molecular da vida, da biodiversidade e das implicações éticas da biotecnologia é essencial para um posicionamento criterioso dos estudantes. Destarte, conforme pontuado no documento, o conhecimento de Biologia

[...] deve subsidiar o *julgamento de questões polêmicas*, que dizem respeito ao desenvolvimento, ao aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa. *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.* Conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecífica, a importância da biodiversidade para a vida no planeta são alguns dos *elementos essenciais para um posicionamento criterioso* relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo (Brasil, 1999, p. 14, grifo nosso).

De modo semelhante, a abordagem de temas polêmicos e controversos também é sugerida no Currículo de Sergipe, no qual a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias é embasada no enfoque CTSA. No contexto da disciplina Biologia, levando em consideração os diversos avanços e implicações sociais, dentre outros conteúdos, estão genética e biotecnologia, bem como a abordagem de temas como células-tronco, estudo do DNA e do RNA, neurotecnologias, efeito estufa, aquecimento global, pesquisas em revistas científicas e jornais

com abordagem CTSA, respeito às diferenças, biodiversidade, história e filosofia da ciência e ética na ciência. A partir desses temas, será possível desenvolver algumas competências e habilidades no âmbito formativo. Desse modo, esse documento estabelece, entre outras competências e habilidades, a competência 3, que consiste em:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (Sergipe, 2022, p. 120, grifo nosso).

No contexto dessa competência, o documento evidencia algumas habilidades, entre elas salientamos duas que se relacionam diretamente com o tema deste estudo: EM13CNT304 e EM13CNT305. Essas habilidades preveem a análise de situações polêmicas, dilemas éticos e o uso indevido da ciência para justificar discriminações. Tais proposições corroboram as discussões desenvolvidas ao longo deste estudo e sinalizam um movimento de abertura curricular às temáticas que relacionam ciência, ética, sociedade e cidadania, conforme explicitadas a seguir:

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

(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade (Sergipe, 2022, p. 122 - 123, grifo nosso).

A contemplação de um ensino de Biologia a partir da consideração da competência, bem como as habilidades previstas, já mencionadas, sugere uma preocupação evidenciada na literatura com a formação para o exercício da cidadania. É necessário lidar com debates sobre temas que envolvem Ciência e Tecnologia e seus possíveis impactos na sociedade e no ambiente. O cenário atual de avanço da tecnociência nos impõe a necessidade de uma formação ética e moral para lidar de forma empática, crítica e consciente com os adventos desses avanços.

Desse modo, o ensino de genética e de temas envolvendo os avanços da biotecnologia é urgente e, a nosso ver, anuncia a necessidade da contemplação da dimensão ética e de considerações morais no contexto das aulas de Ciências e Biologia. Para isso, é necessário que a formação de professores, inicial e continuada, seja contemplada com um currículo que viabilize o desenvolvimento de pensamento crítico e contribua para uma formação que aborde questões sociocientíficas em sala de aula, levando em conta as dimensões éticas e morais, sociais, ambientais, políticas e econômicas, com um ensino pautado em preceitos democráticos, inclusivos, empáticos e solidários.

Dito isso, é preciso salientar que a leitura dos documentos curriculares aqui apresentada não se limitou a uma exposição descritiva de seus conteúdos, mas consistiu em um olhar analítico, orientado por uma perspectiva crítica e política do currículo. Esse olhar buscou, por meio de uma análise textual e interpretativa, identificar enunciados que, mesmo de forma incipiente ou implícita, anunciam possibilidades para a inserção das questões sociocientíficas e dos aspectos éticos e morais no ensino de Ciências e Biologia, ao mesmo tempo que denunciam limitações e ausências. Tal procedimento interpretativo partiu da problematização do currículo como um artefato político que reflete um projeto de sociedade, atravessado por disputas de sentidos sobre quais conhecimentos devem ser ensinados e com que finalidade. Reconhecendo o currículo como espaço de tensões, e não de neutralidade, optamos por evidenciar não apenas os silêncios e ausências, mas também os potenciais formativos que podem ser reapropriados criticamente pelos educadores, no contexto da formação docente, na busca por romper com fragilidades curriculares e com tendências neoliberais e instrumentalizadoras da educação.

Ao confrontarmos o que enunciam os documentos com a perspectiva teórico-crítica que atravessa esta tese, torna-se evidente que o currículo não pode ser compreendido como um conjunto neutro e linear de conteúdos a serem ensinados, como algo “pronto”, sob o risco de perder sua legitimidade como prática social (Apple, 2006; Chizzotti; Ponce, 2012). Como apontam esses autores, o currículo é também um espaço de disputa simbólica e política, um campo onde diferentes projetos de sociedade se confrontam e se tensionam. Nesse sentido, a análise dos documentos curriculares revelou, por um lado, contradições entre a retórica das competências cidadãs, éticas e críticas e, por outro, a ausência de diretrizes efetivas e sistematizadas que orientem a prática docente na abordagem de questões sociocientíficas e dos impactos éticos da tecnociência.

A persistência de um currículo que, muitas vezes, favorece conteúdos tecnicistas e avaliações padronizadas dificulta a incorporação de temas polêmicos e controversos de

relevância social, como os que envolvem dilemas morais e implicações sociais e ambientais dos avanços da tecnociência, como genética, genômica e biotecnologia. Contudo, mesmo diante dessas limitações estruturais, a presença de enunciados que mencionam “valores”, “participação cidadã”, “justiça social” e “análise crítica de impactos científicos” – ainda que, em muitos momentos, apareçam de forma genérica ou diluída – permite vislumbrar e afirmar que há brechas que podem (e devem) ser ampliadas no processo de formação crítica de professores. Essas brechas constituem espaços estratégicos para uma pedagogia comprometida com a formação de atores sociais conscientes, autônomos e implicados com a transformação social.

Desse modo, ao reafirmarmos uma concepção de currículo como campo de disputa, alinhada a uma perspectiva crítica e freiriana de educação como prática de liberdade, entendemos que a leitura crítica dos documentos oficiais não deve se restringir ao seu caráter prescritivo, mas assumir um papel propositivo e formativo. Reiteramos, assim, a importância de compreender os documentos curriculares como referenciais abertos e passíveis de interpretação, que devem ser tensionados, apropriados e ressignificados pelos educadores em suas práticas pedagógicas. É nesse tensionamento entre o que está posto e o que se constrói a partir dele que reside a potência política da docência. No caso específico da formação de professores de Ciências e Biologia, é urgente fortalecer uma leitura crítica desses documentos, de modo que sua implementação contribua, de fato, para a promoção de um ensino que forme atores sociais reflexivos, conscientes e capazes de tomar decisões informadas, éticas e socialmente responsáveis diante dos desafios complexos do mundo contemporâneo.

O currículo, assim, deixa de ser apenas prescrição e passa a ser um campo fértil para o exercício da consciência crítica e da transformação social. Defendemos, portanto, a urgência de uma educação científica que inclua a dimensão ética e valorativa, concebendo o conhecimento científico como construção humana situada historicamente e permeada por valores e interesses diversos. Defendemos, ainda, uma formação docente que seja capaz de ler o currículo como um território em disputa e, sobretudo, de recriá-lo a partir de práticas que articulem ciência, política, ética e sensibilidade moral. Trata-se, enfim, de uma formação que reconheça, nos temas sociocientíficos, não apenas conteúdos escolares, mas oportunidades para forjar uma ciência mais humanizada e emancipadora e uma educação comprometida com o bem comum.

A análise dos documentos curriculares, à luz da ACD, evidenciou que os sentidos construídos nos textos oficiais não são neutros nem transparentes, mas resultam de disputas ideológicas que operam por meio de silenciamentos, deslocamentos e generalizações. Embora haja enunciados que mencionam ética, cidadania, participação social e impactos da ciência e da

tecnologia, como mencionado, esses termos aparecem frequentemente de forma genérica, desprovidos de tensionamentos sociopolíticos ou éticos mais profundos. Nesse sentido, constatamos um silenciamento sistemático de controvérsias e dilemas morais que atravessam a tecnociência, como os associados à engenharia genética, à biotecnologia e às desigualdades no acesso a seus benefícios e aos possíveis riscos.

Tal ausência de diretrizes claras sobre como tratar temas controversos relacionados ao domínio científico e tecnológico indica a prevalência de um discurso tecnicista e instrumental da ciência, afinado com os pressupostos de uma racionalidade neoliberal, que valoriza competências produtivas, inovação tecnológica e adaptabilidade ao mercado, em detrimento da formação ética, crítica e socialmente comprometida.

A ideologia que perpassa os documentos constitui-se, portanto, como hegemônica: reafirma a centralidade da ciência enquanto motor de progresso, mas despolitiza suas consequências, tratando o conhecimento científico como, até certo ponto, neutro e descolado dos contextos históricos e das estruturas de poder que o sustentam. A análise interdiscursiva dos excertos evidencia também a presença de vozes pedagógicas e científicas recontextualizadas a partir de interesses políticos mais amplos, como a promoção de um currículo por competências, a padronização avaliativa e a redução da educação a resultados mensuráveis. Por outro lado, as brechas discursivas – como a previsão de habilidades relacionadas a dilemas éticos, justiça social e respeito à diversidade – revelam fissuras no discurso dominante, que podem ser apropriadas criticamente por educadores comprometidos com uma formação crítica e emancipadora. Assim, os documentos analisados, longe de serem prescrições técnicas, configuram-se como artefatos ideológicos nos quais se materializam projetos de sociedade em disputa, cabendo à formação docente crítica a tarefa de lê-los, tensioná-los e ressignificá-los no cotidiano escolar.

No capítulo seguinte, apresentamos o delineamento metodológico desta pesquisa.

CAPÍTULO 4 - ASPECTOS METODOLÓGICOS DO ESTUDO

“Tudo depende do tipo de lente que você utiliza para ver as coisas.” (O Mundo de Sofia, Jostein Gaarder)

Neste capítulo, apresentamos o percurso metodológico desenvolvido ao longo da pesquisa. O capítulo está organizado em cinco subseções. Inicialmente, na primeira subseção, retomamos o problema de pesquisa, a fim de aproximá-lo das escolhas metodológicas da investigação. Na subseção seguinte, apresentamos a abordagem metodológica e discorreremos brevemente a respeito da Fenomenografia enquanto abordagem metodológica adotada. Na sequência, apresentamos o contexto da investigação, bem como descrevemos o processo de seleção dos sujeitos participantes, apresentando, no tópico seguinte, o perfil desses participantes que aceitaram colaborar voluntariamente com o estudo. Ao final da descrição do contexto e dos participantes da pesquisa, elucidamos o processo de constituição de dados. Por fim, apresentamos uma breve descrição do processo de organização e análise dos dados realizada.

4.1 QUESTÕES DE PESQUISA

Neste momento, recuperamos as questões norteadoras do estudo visando a uma melhor compreensão do delineamento metodológico e das opções feitas para o desenho da pesquisa, de modo a ser possível alcançar nosso objetivo geral. Como mencionado anteriormente, o objetivo desta pesquisa consiste em compreender como futuros professores de Ciências e Biologia percebem e experimentam conflitos, dilemas morais, promessas e soluções advindas do campo científico-tecnológico em discussões envolvendo temas da engenharia genética, particularmente a questão sociocientífica do melhoramento genético em seres humanos, e as possíveis contribuições da vivência e exploração de QSC no campo da biotecnologia a partir de estudos de casos contendo dilemas morais. Para isso, buscamos identificar os aspectos morais que emergem nos discursos de licenciandos em Ciências Biológicas em relação a QSC, de maneira individual e em discussões coletivas, bem como em relação a dilemas morais envolvendo questões complexas oriundas dos avanços da área da biotecnologia, de modo a contribuir com estudos e compreensões sobre a dimensão moral na abordagem de QSC, tendo como recorte o contexto da formação inicial de professores. Assim, temos como questionamento geral: **Como futuros professores de Ciências e Biologia percebem e experimentam conflitos, dilemas, promessas e soluções advindas do campo científico-**

tecnológico em discussões envolvendo questões sociocientíficas no âmbito da engenharia genética humana? E quais as possíveis contribuições da exploração de QSC envolvendo dilemas morais do campo da biotecnologia para a formação inicial de professores de Biologia?

Nesse sentido, partindo desse objetivo e questionamento geral, estabelecemos as seguintes questões norteadoras do estudo:

- 1) Como futuros professores de Ciências e Biologia experimentam e lidam com conflitos e dilemas morais em QSC relacionadas à engenharia genética humana?
- 2) Que considerações e aspectos morais orientam a tomada de decisão de futuros professores de Ciências e Biologia em relação a QSC relacionadas à engenharia genética humana?
- 3) Esses aspectos morais se mantêm ou se alteram à medida que se entra em contato com diferentes cenários e dilemas morais relacionados à manipulação genética em seres humanos?
- 4) Quais as possíveis contribuições da exploração de casos envolvendo dilemas morais de QSC ligadas à genética e à biotecnologia para a formação inicial de professores de Biologia?

Para respondermos a essas questões, estruturamos nosso estudo a partir de uma abordagem metodológica qualitativa à luz da fenomenografia, cujas etapas serão descritas ao longo deste capítulo.

4.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

O presente estudo adota a pesquisa qualitativa como abordagem metodológica por possibilitar acesso aos aspectos subjetivos dos sujeitos, tais como experiências, percepções e crenças dos atores envolvidos (Bogdan; Biklen, 2003; Flick, 2007). Esse tipo de abordagem apresenta relevância no processo de compreensão do fenômeno em profundidade, ao considerar a perspectiva dos atores envolvidos, suas formas de atribuir significados e suas experiências do mundo real.

A pesquisa se constitui em um estudo à luz da fenomenografia (Marton, 1981, 2000). A constituição dos dados ocorreu por meio da utilização de entrevistas individuais e coletivas (grupo focal). A abordagem fenomenográfica foi escolhida por possibilitar o acesso às experiências humanas do mundo e por se concentrar nas diferentes formas como as pessoas

percebem e entendem a realidade. Assim, uma de suas vantagens é a sua possibilidade de permitir uma compreensão mais aprofundada do fenômeno investigado, consistindo em identificar as diferentes perspectivas e concepções envolvidas. Além de utilizar entrevistas com questões abertas, há a possibilidade do uso de outras fontes de dados qualitativos na constituição das informações sobre a percepção e compreensão dos sujeitos sobre o fenômeno em questão. Destarte, o desenho geral da pesquisa pode ser observado a seguir (Figura 4).

Figura 4 - Esquema representativo do desenho geral da pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

Os sujeitos colaboradores da pesquisa foram, inicialmente, 18 licenciandos de um curso de formação de professores de Ciências Biológicas de uma universidade pública da região Nordeste do Brasil. Entretanto, diante de ocorrências pessoais, alguns dos participantes da primeira etapa do estudo (entrevista individual) não conseguiram colaborar em etapas seguintes (grupos focais), conforme será melhor apresentado em seções posteriores. Para a análise dos dados constituídos neste estudo, temos como pretensão realizar uma análise à luz da

Fenomenografia (Marton, 1981, 2000) e do referencial teórico sobre questões sociocientíficas e moralidade (campo da Filosofia e da Psicologia Moral) adotados no estudo, conforme apresentado em mais detalhes nos itens a seguir.

4.2.1 Fenomenografia: uma abordagem possível para a pesquisa em Educação em Ciências

A Fenomenografia, enquanto abordagem metodológica de pesquisa qualitativa, ontológica, não dualista, consiste em compreender a experiência vivida pelas pessoas em relação a um determinado fenômeno, ou seja, compreender a natureza da experiência humana (Marton, 1981). Nesse sentido, fundamenta-se no princípio de que as pessoas possuem concepções diferentes sobre um fenômeno, as quais se baseiam em suas experiências e vivências. Assim, tem por intenção identificar e descrever as diferentes formas a partir das quais as pessoas percebem, compreendem e experimentam um fenômeno, ou seja, busca reconhecer as diferenças qualitativas nos diferentes modos de vivenciar a realidade. Portanto, foca em como as pessoas percebem e pensam sobre um determinado tema.

Essa abordagem metodológica surgiu na Suécia, na década de 1970, na tentativa de melhor compreender a aprendizagem acadêmica, desenvolvida por pesquisadores da Universidade de Gotemburgo, sob liderança de Ference Marton, sendo, desde então, amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento, a exemplo da educação, da psicologia e da saúde (Marton, 2000). É muito utilizada na busca por compreender a percepção e compreensão das pessoas sobre determinados fenômenos. Além disso, vale destacar que a Fenomenografia parte da consideração de que os indivíduos vivenciam, percebem e interpretam os fenômenos de modos diferentes, a partir de experiências, valores e crenças próprios de suas vivências.

Ainda de acordo com Marton (2000), a Fenomenografia possui uma abordagem descritiva e explicativa que procura descrever e explicar as diferentes formas como as pessoas percebem e interpretam o mundo. A metodologia está alicerçada em uma filosofia crítica que almeja compreender a experiência humana de forma profunda e significativa. Conforme destaca Marton (2000), a escolha pela denominação ‘fenomenografia’ se deu devido ao termo permitir acesso à ideia central que consiste em descrever o mundo como de fato aparece para nós, a partir da descrição de “coisas” específicas. Contudo, defende que a principal “força” e “promessa” da Fenomenografia consiste em uma exploração empírica rigorosa das formas qualitativamente distintas a partir das quais as pessoas são capazes de experimentar e conceituar

diversos fenômenos e aspectos do mundo que nos cerca, acrescentando ser necessário estabelecer afirmações gerais sobre a natureza do objeto de pesquisa.

Nesse sentido, é interessante enfatizar que, diferentemente da Fenomenologia, que se concentra no que há de comum nas falas das pessoas sobre o fenômeno, a Fenomenografia procura a variação nos discursos; em outras palavras, busca descrever a diversidade da experiência humana. Portanto, considera que as pessoas apresentam formas distintas de ver o mundo, bem como, a depender da situação, o mesmo indivíduo pode apresentar variadas formas de vivenciar e interpretar um mesmo fenômeno (Marton, 1981, 2000). Alguns aspectos que distinguem e sintetizam essas duas abordagens podem ser observados no Quadro 7.

Quadro 7 - Caracterização de aspectos que distinguem a Fenomenografia da Fenomenologia

Aspecto	Fenomenografia	Fenomenologia
Objetivo principal	Identificar e descrever as variações de concepção, percepções e experiências de um fenômeno entre diferentes indivíduos.	Compreender a essência universal de uma experiência vivida.
Foco da pesquisa	Relação entre o sujeito e o fenômeno; como as pessoas percebem ou concebem algo.	A experiência vivida em si, explorando a subjetividade e a consciência.
Abordagem epistemológica	Relacional: o foco está na interação entre o sujeito e o objeto (fenômeno).	Essencialista: busca acessar a essência transcendental da experiência.
Natureza da experiência	Experiência como uma construção relacional, que varia de pessoa para pessoa.	Experiência como algo profundo, que reflete a estrutura essencial da consciência.
Método de investigação	Identificação de categorias de descrição , que representam formas qualitativas distintas de conceber o fenômeno.	Busca de descrições detalhadas, usando métodos como redução fenomenológica ¹⁵ e análise eidética ¹⁶ .
Contexto e generalização	Contextual: reconhece que as variações dependem dos contextos cultural, social e histórico.	Universalista: procura identificar aspectos transcendentais da experiência, independentemente do contexto.
Influência filosófica	Inspirada na Fenomenologia, mas com foco mais aplicado e educacional.	Fundamentada em filósofos como Husserl, Heidegger e Merleau-Ponty.
Campo de aplicação	Frequentemente usada em educação, saúde e ciências sociais para mapear diferentes maneiras de entender conceitos ou práticas.	Usada em filosofia, psicologia e áreas relacionadas para investigar experiências fundamentais e subjetivas.

¹⁵ A redução fenomenológica consiste na suspensão dos pressupostos sobre o mundo com intuito de alcançar uma visão pura da experiência.

¹⁶ A análise eidética é a investigação das características essenciais e invariáveis de um fenômeno para a compreensão da sua essência.

Exemplos de pergunta	“Como as pessoas concebem o conceito de sustentabilidade?” “Como professores de Biologia experimentam conflitos e dilemas morais do campo da biotecnologia?”	“Qual é a essência da experiência de viver em harmonia com a natureza?” “Qual é a essência da experiência com conflitos e dilemas morais do campo da biotecnologia?”

Fonte: Elaboração própria.

Em estudo realizado por Guimarães, Carvalho e Oliveira (2010), na tentativa de entender como estudantes de Ensino Médio percebiam e interpretavam questões relacionadas à manipulação genética em seres humanos, foi utilizado o enfoque fenomenográfico no processo de constituição e análise dos dados. A partir do estudo realizado, os autores puderam perceber os tipos qualitativamente diferentes de modos de experienciar o fenômeno pelos estudantes. Conforme destacam os estudiosos, o resultado do trabalho interpretativo consiste nas categorias de descrição, sendo esse conjunto de categorias o que forma o espaço de resultados. Assim, os autores identificaram e interpretaram uma divisão nas opiniões em relação à eugenia negativa, a qual diz respeito à remoção de características tidas como desfavoráveis nas pessoas, ao passo que a eugenia positiva, que busca melhoramento de características estéticas, foi rejeitada em unanimidade pelos estudantes.

Embora ainda haja pouca frequência na adoção do enfoque fenomenográfico em pesquisa na área da Educação em Ciências, especialmente no Brasil, argumentamos em defesa da potencialidade dessa abordagem metodológica na compreensão das diferentes formas pelas quais as pessoas vivenciam um determinado fenômeno, o que pode contribuir com a compreensão de diferentes processos de ensino e aprendizagem. Essa abordagem possibilita identificar como diferentes visões de mundo, valores e posicionamentos éticos influenciam as formas de compreender e agir diante de questões sociocientíficas, o que a torna especialmente relevante para investigações que buscam articular dimensões éticas e morais à análise de concepções e experiências.

Particularmente, no âmbito das pesquisas sobre questões sociocientíficas, consideramos ser um enfoque potencializador de revelar diferentes camadas de uma QSC, bem como seus desdobramentos e as percepções das pessoas sobre as contradições e os dilemas morais envolvidos. Além disso, por ser pouco difundida no contexto brasileiro, sua adoção representa uma contribuição inovadora ao diversificar o repertório metodológico da área e ao responder a especificidades socioculturais marcadas por desigualdades históricas e disputas de sentidos sobre a ciência e a tecnologia.

Ao evidenciar as variações qualitativas nas formas como um fenômeno é vivenciado e interpretado, a Fenomenografia oferece não apenas um mapeamento das concepções individuais, mas um caminho para desvelar as complexas interações entre conhecimento, valores e contexto sociocultural. Essa perspectiva torna-se particularmente relevante para a Educação em Ciências, pois possibilita compreender como diferentes atores sociais constroem significados sobre temas permeados por controvérsias, tensões e dilemas, como ocorre nas questões sociocientíficas. Ao identificar essas variações, o pesquisador não apenas descreve modos distintos de pensar, mas também expõe como crenças, experiências e referenciais éticos influenciam as formas de compreender e agir diante dos desafios contemporâneos.

Nesse sentido, defender o uso da Fenomenografia em pesquisas sobre questões sociocientíficas é, sobretudo, reconhecer sua potência como abordagem investigativa capaz de revelar camadas ocultas desses debates: os atores sociais envolvidos, seus interesses, as implicações políticas, éticas e morais, bem como os riscos e danos associados aos artefatos e processos tecnocientíficos, para além das promessas que frequentemente os acompanham. Tal enfoque amplia as possibilidades de análise crítica, contribuindo para a formação de professores e estudantes que sejam capazes de reconhecer a pluralidade de perspectivas, problematizar as contradições da tecnociência e mobilizar valores éticos na construção de posicionamentos informados e socialmente responsáveis.

4.3 CONTEXTO E SUJEITOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma universidade pública da região Nordeste do Brasil, com a etapa de constituição dos dados realizada no segundo semestre do ano de 2023. Conforme mencionado, os participantes colaboradores da pesquisa foram licenciandos de um curso de formação de professores de Ciências e Biologia. A seguir, apresentamos como se deu a seleção dos sujeitos participantes e uma breve caracterização de quem eles são.

4.3.1 Seleção dos participantes

Conforme mencionado, os sujeitos da pesquisa, participantes das entrevistas semiestruturadas e dos grupos focais, foram 18 licenciandos da área das Ciências da Natureza, particularmente de Ciências Biológicas. A constituição dos participantes do estudo ocorreu por

meio de convites encaminhados por e-mail, no Curso/Departamento de Ciências Biológicas de uma universidade pública da região Nordeste do Brasil.

Obtivemos um retorno de 18 licenciandos interessados em participar do estudo, os quais foram convidados a preencher um formulário de inscrição e interesse em contribuir com a pesquisa. Esse formulário foi elaborado em formato digital através da Plataforma do Google (*Google Forms*), e seu link foi encaminhado aos licenciandos que demonstraram interesse (Apêndice B). O contato inicial ocorreu por meio de um professor titular do departamento da instituição a qual pertencem os licenciandos, o qual, em parceria, contribuiu com o cadastro, no sistema da instituição, de uma atividade de extensão relacionada à pesquisa, de modo a garantir que os participantes, ao final da participação no estudo, pudesse receber um certificado. O preenchimento desse documento foi considerado como confirmação de interesse em participar da pesquisa, bem como o primeiro contato com informações básicas dos participantes, contribuindo para conhecimento geral de quem eram os licenciandos.

A seleção dos participantes se baseou na disponibilidade e no interesse em participar do estudo, independentemente do período letivo que estavam cursando, mediante concordância e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, bem como o consentimento para uso de imagem e som de voz (Apêndice C).

Em relação aos aspectos éticos da realização deste estudo, considerando os procedimentos junto aos sujeitos participantes, foram realizados conforme o exposto nas Resoluções CNS 466/2012 e 510/2016. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP, Campus Bauru), conforme parecer emitido, sob registro CAAE 68786723.3.0000.5398, na Plataforma Brasil (Anexo A).

4.3.2 Caracterização dos sujeitos participantes do estudo

Os participantes do estudo são licenciandos de Ciências Biológicas do quarto (4º) e do oitavo (8º) períodos letivos, de ambos os gêneros. Todos os licenciandos que demonstraram interesse e disponibilidade em colaborar participando do estudo fazem parte de algum programa, seja de Iniciação à Docência (PIBID), Iniciação Científica (PIBIC) ou Residência Pedagógica (RP), conforme pode ser observado a seguir (Quadro 8). Contudo, uma das licenciandas, embora tenha participado de uma das etapas da pesquisa e consentido a sua participação, não pôde continuar contribuindo com o estudo por motivos particulares. Desse modo, dos 18 licenciandos, apenas 17 tiveram disponibilidade para continuar.

Quanto à distribuição dos licenciandos por gênero, 11 eram do gênero feminino e 6 do gênero masculino. Em relação à religião, 6 participantes afirmaram não ter uma religião, mas acreditar em um ser sagrado; uma participante se identificou com o ateísmo e os demais apresentaram pertencer a uma religião. Quanto ao aspecto relacionado à cor (raça/etnia), todos os participantes se identificaram como sendo pardos ou brancos.

Foram atribuídos nomes fictícios aos participantes, de modo aleatório, sem relação alguma com significados dos nomes, personagens ou suas histórias, para garantir o anonimato e a privacidade de suas identidades, a saber: Helena, Alice, Carol, Sara, Laura, Camila, Raquel, Joana, Bianca, Rita e Diana (licenciandas), e André, Milton, Luís, Gabriel, Paulo, Renato (licenciandos, ver Quadro 8). Cabe mencionar que, dentre esses participantes, apenas a licencianda Helena (42 anos) é mãe. Esse dado pode contribuir com a compreensão da influência de aspectos da experiência pessoal dos participantes em seus processos de raciocínio e julgamento moral, especialmente durante a discussão nos grupos focais.

Quadro 8 - Perfil dos sujeitos participantes da pesquisa

Sujeitos Participantes da Pesquisa						
Nome fictício/ Código	Período letivo	Programa	Gênero/sexo	Idade	Raça/ cor/ etnia	Religião
Paulo	4º	PIBID	Masculino	26	Pardo	Católica
Laura	8º	RP e PIBID	Feminino	24	Parda	Sem religião, porém acredita em um ser sagrado
Helena	4º	PIBID	Feminino	42	Branca	Cristã

Milton	8º	RP e PIBID	Masculino	21	Branco	Umbanda
Joana	8º	RP e PIBID	Feminino	23	Branca	Católica
Rita	4º	PIBID	Feminino	23	Parda	Católica
Alice	4º	PIBID	Feminino	20	Branca	Espírita
Diana	4º	PIBID e PIBIC	Feminino	21	Branca	Sem religião, porém acredita em um ser sagrado
Camila	4º	PIBID	Feminino	21	Parda	Cristã
Luís	8º	RP	Masculino	22	Branco	Católico
Gabriel	8º	RP	Masculino	27	Branco	Católico
André	8º	RP	Masculino	23	Pardo	Sem religião, porém acredita em um ser sagrado
Bianca	8º	RP e PIBIC	Feminino	22	Parda	Sem religião, porém acredita em um ser sagrado
Renato	8º	RP	Masculino	22	Branco	Sem religião, porém acredita em um ser sagrado
Raquel	8º	RP	Feminino	21	Branca	Ateísmo
Sara	4º	PIBID	Feminino	21	Parda	Umbanda
Carol	8º	RP	Feminino	23	Parda	Sem religião, porém acredita em um ser sagrado

Fonte: Elaboração própria.

Inicialmente, entramos em contato, individualmente, com cada um dos participantes para verificar a disponibilidade de dia e horário para a realização da entrevista individual (diálogo inicial). Após a verificação com cada participante, os dias e horários para o diálogo individual foram agendados. As entrevistas foram realizadas em uma sala de um campus da universidade pública nordestina em que os participantes cursam a licenciatura em Ciências Biológicas. Cada participante recebeu um lembrete no dia anterior à realização da sua entrevista. Durante essa primeira etapa de constituição dos dados, foram coletadas informações sobre disponibilidade de horário para a participação em etapa posterior (grupo focal), que, de modo semelhante, ocorreu nas dependências da referida instituição de ensino superior.

Diante do número significativo de participantes, decidimos dividi-los em dois grupos para ser possível realizar um grupo focal (considerando suas características) e oportunizar um

espaço de fala para cada participante durante o debate em grupo. Essa divisão, inicialmente, teria por critério a distribuição por período letivo em que estavam cursando a licenciatura. No entanto, não foi possível atender a esse critério, uma vez que nem todos os participantes que estavam cursando o mesmo período letivo tinham disponibilidades iguais de dias e horários. Desse modo, a distribuição dos participantes não atendeu a nenhum critério em particular, atentando apenas a respeitar e atender a disponibilidade de dia e horário deles. No Grupo Focal A, dos 8 licenciandos, 3 eram do 8º período letivo e os demais do 4º período. Por sua vez, no Grupo Focal B, dos 9 licenciandos, 2 licenciandas eram do 4º período letivo e os demais eram do 8º período, conforme pode ser observado no Quadro 9.

Quadro 9 - Distribuição dos licenciandos por Grupo Focal

Grupo Focal A			Grupo Focal B		
Participante	Período letivo	Programa	Participantes	Período letivo	Programa
Paulo	4º	PIBID	Camila	4º	PIBID
Laura	8º	Residência Pedagógica e PIBID	Luís	8º	Residência Pedagógica
Helena	4º	PIBID	Gabriel	8º	Residência Pedagógica
Milton	8º	Residência Pedagógica e PIBID	André	8º	Residência Pedagógica
Joana	8º	Residência Pedagógica e PIBID	Bianca	8º	Residência Pedagógica e PIBIC
Rita	4º	PIBID	Renato	8º	Residência Pedagógica
Alice	4º	PIBID	Raquel	8º	Residência Pedagógica
Diana	4º	PIBID e PIBIC	Sara	4º	PIBID
			Carol	8º	Residência Pedagógica

Fonte: Elaboração própria.

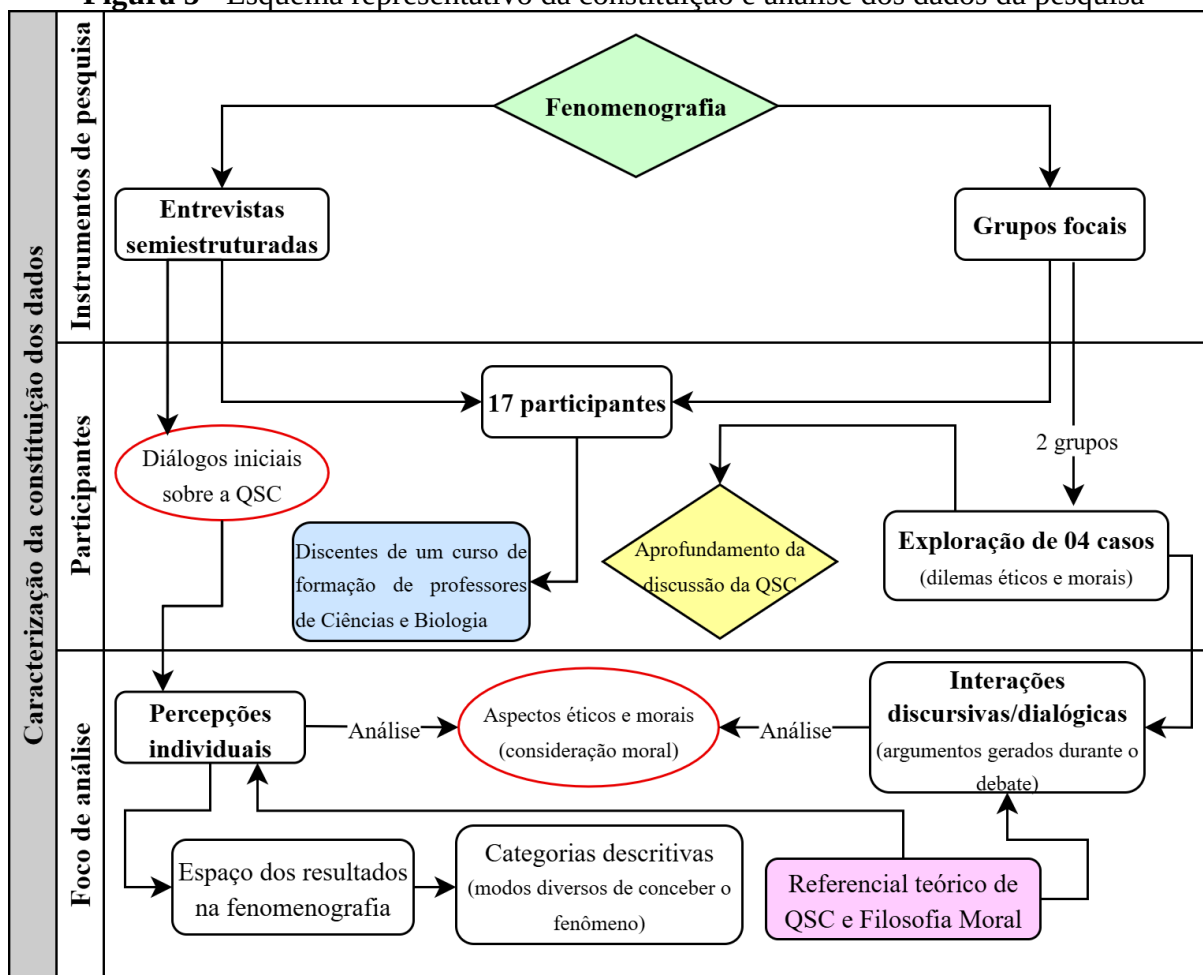
Foram realizados dois grupos focais, cada um com dois encontros. Em cada encontro foram discutidos dois casos contendo dilemas morais e éticos sobre a QSC estudada. Portanto, foram discutidos quatro casos em cada um dos dois grupos focais (A e B), conforme explicaremos em tópicos seguintes.

4.4 A CONSTITUIÇÃO DOS DADOS

A constituição dos dados ocorreu em dois momentos: o primeiro deles consistiu na realização das entrevistas individuais, denominadas aqui diálogos iniciais; por sua vez, o segundo momento configurou-se na realização dos grupos focais (Figura 5). A utilização das entrevistas individuais, também tratadas como entrevistas em profundidade por Gaskell (2015), tem grande relevância, nas pesquisas qualitativas, para a compreensão do mundo da vida dos sujeitos participantes. Nas palavras de Gaskell (2015, p. 66), “[...] a compreensão em maior profundidade oferecida pela entrevista qualitativa pode fornecer informação contextual valiosa para ajudar a explicar achados específicos”. A respeito da escolha do grupo focal como uma das técnicas de constituição de dados,

Pode-se-ia caracterizar o grupo focal como sendo parecido com a descrição feita por Habermas (1992) da esfera pública ideal. É um debate aberto e acessível a todos: os assuntos em questão são de interesse comum; as diferenças de *status* entre participantes não são levadas em consideração; e o debate se fundamenta em uma discussão racional. Nesta característica final, a ideia de “racional” não é que a discussão deva ser lógica ou desapaixonada. O debate é uma troca de pontos de vista, ideias, e experiências, embora expressas emocionalmente e sem lógica, mas sem privilegiar indivíduos particulares ou posições (Gaskell, 2015, p. 79).

Nesse sentido, inicialmente, foram realizadas entrevistas individuais a fim de acessar os discursos e as experiências particulares de vida dos sujeitos participantes sobre o tema investigado. Portanto, usou-se um roteiro de entrevista semiestruturado contendo algumas perguntas norteadoras, e, à medida que o diálogo ocorria, outras perguntas foram sendo inseridas, contribuindo com uma maior compreensão do fenômeno.

Figura 5 - Esquema representativo da constituição e análise dos dados da pesquisa

Fonte: Elaboração própria.

Na sequência, os 17 licenciandos foram agrupados em dois grupos. Como mencionado anteriormente, inicialmente, a pretensão era agrupá-los conforme o período letivo, uma vez que uma parte estava localizada no meio do curso e a outra, no final. Porém, isso não foi possível devido a alguns contratempos e disponibilidades diferentes de cada participante. A fim de seguir com a realização do estudo, os licenciandos foram agrupados em dois grupos (A e B), conforme o critério de disponibilidade de dia e horário (considerando que alguns discentes não possuíam disponibilidade aos sábados ou em outro turno durante a semana, por motivos pessoais, de deslocamento e/ou de trabalho). Portanto, como mencionado, foram realizados dois grupos focais, tendo cada um deles dois encontros.

Os grupos focais foram realizados aos sábados e às quintas-feiras (turno da manhã), sendo, respectivamente, o grupo A às quintas-feiras e o grupo B aos sábados. Cada grupo teve dois encontros (com duração média de 2 horas e 30 minutos cada encontro) e, em cada um deles, foram discutidos dois estudos de casos contendo dilemas sobre o tema, além de outros

elementos que foram surgindo e sendo explorados para maximizar a experiência nos casos. Portanto, tivemos um total de quatro grupos focais, sendo dois encontros para cada grupo de licenciandos. Vale ressaltar que a opção por distribuir os participantes da pesquisa em dois grupos se deu devido às considerações das especificidades e ao limite de participantes para constituição de um grupo focal e seu êxito, conforme apontado por Morgan (1996) e Gatti (2005). Isso por entendermos que um grupo focal contendo 17 participantes, além do moderador, não se configura em um espaço igualitário de oportunidade de fala e não respeitaria a configuração de um grupo focal.

Os grupos focais realizados tiveram por intenção possibilitar a compreensão da dinâmica dos discursos e das considerações morais por meio da análise dos discursos e argumentos gerados durante o debate sobre o tema, a partir da interação dialógica entre os sujeitos da pesquisa, ao recorrerem às suas diferentes experiências de vida frente aos discursos do outro. Além disso, consistiram em um espaço de tensões a partir da apresentação de casos contendo dilemas morais e éticos por envolver dimensões valorativas e atravessarem possíveis experiências já vivenciadas pelos indivíduos em suas vidas, no sentido de entender como as percepções podem ser moldadas em relação aos discursos e experiências de vida compartilhadas por outros sujeitos, bem como as considerações e os aspectos morais que emergem. Além disso, com a realização do grupo focal esperava-se ampliar as análises e o aprofundamento das discussões sobre o tema em grupo.

Tendo em vista a importância de entender o contexto real de produção desses discursos enunciados pelos licenciandos durante as duas etapas de constituição de dados do estudo, sempre que necessário recorreremos aos registros no diário de campo, uma vez que “[...] o entrevistador deve ser capaz de trazer à memória o tom emocional do entrevistado e lembrar porque eles fizeram uma pergunta específica” (Gaskell, 2015, p. 71), afirmação ou comentário.

4.4.1 Etapa 1 (Entrevistas): diálogos iniciais com os sujeitos participantes da pesquisa

As pesquisas fenomenográficas são, geralmente, realizadas a partir de entrevistas individuais semiestruturadas com questões abertas para possibilitar uma compreensão mais profunda da experiência e consciência dos participantes sobre um fenômeno em particular. Além disso, também podem ser utilizadas entrevistas em grupos, a exemplo de grupos focais, com sujeitos que tiveram alguma experiência no fenômeno em estudo. A respeito do uso e da condução da entrevista na pesquisa orientada à luz da Fenomenografia, tem-se:

A entrevista deve ser encarada como um diálogo e deve facilitar a tematização de aspectos da experiência das pessoas até então não tematizados. Esses aspectos passam de irrefletidos a refletidos, ou seja, o sujeito toma consciência deles e cria teorias para poder explicá-los. Os participantes devem falar de coisas sobre as quais, muitas vezes, não pararam para refletir (Guimarães; Carvalho; Oliveira, 2010, p. 468).

Uma das etapas desafiadoras da pesquisa consistiu na elaboração das perguntas norteadoras da discussão, elaboradas a partir de estudos aprofundados sobre o tema e considerando o referencial teórico e metodológico adotado. Iniciamos elaborando um conjunto de 39 questionamentos, os quais foram passando por diversas etapas de reformulação e reflexão até serem selecionados e sintetizados nas questões utilizadas para realização da etapa de entrevista. Essa etapa teve uma grande relevância e demandou tempo até que as perguntas estivessem aprimoradas e fosse possível promover um diálogo individual com cada um dos participantes do estudo de modo mais aprofundado.

Desse modo, após a etapa de elaboração, seleção e organização das perguntas norteadoras sobre o tema, as entrevistas foram realizadas, sendo gravadas e transcritas para posterior análise. A etapa de transcrição consistiu em outro desafio, primeiro devido ao tempo necessário para realizar as transcrições das 17 entrevistas, o que demanda um tempo consideravelmente grande. Além disso, esse desafio também se deu devido ao fato de os áudios terem sofrido diversas interferências de sons (barulhos, vozes etc.), que refletem a dinâmica real de uma instituição pública em horário de funcionamento. Apresentamos os questionamentos da entrevista individual, ressaltando que, por se tratar de um diálogo baseado em entrevistas semiestruturadas, questionamentos outros foram passíveis de surgir durante o diálogo inicial, realizado individualmente com cada participante, na busca de uma melhor compreensão dos enunciados que surgiam. As perguntas norteadoras dos diálogos são apresentadas no Apêndice D.

Contudo, vale ressaltar que alguns momentos dos diálogos individuais (entrevistas) tomaram um curso diferente dos demais devido à vivacidade do diálogo e das experiências particulares de cada licenciando, que geraram novos questionamentos e discursos, num movimento dialógico singular. Isso contribuiu para o surgimento de novas perguntas a partir dos discursos que foram aparecendo ou mesmo se tornando menos relevantes, ou já mencionadas.

A partir desses diálogos, foi possível realizar uma análise dos discursos dos participantes, na busca por padrões e categorias emergentes relacionadas aos aspectos morais e valorativos. Portanto, as diferentes respostas foram analisadas, e, em etapas seguintes, ocorreu a categorização das diferentes formas pelas quais as pessoas percebem e experimentam o fenômeno, no espaço denominado “Espaço de resultados”, sendo identificadas as semelhanças e divergências entre essas perspectivas.

Cabe ressaltar que a realização desses diálogos constituiu a etapa inicial da elaboração dos dados, os quais, conforme mencionado, ocorreram individualmente, após convite e agendamento de horário com cada um dos praticantes.

4.4.2 Etapa 2 (Discussões coletivas): debates sobre casos contendo dilemas morais durante os encontros dos grupos focais

Segundo reflexões de Morgan (1996), o grupo focal pode ser definido como uma estratégia de coleta de dados realizada por meio de entrevistas coletivas nas quais os participantes discutem sobre um tema específico, determinado pelo moderador do grupo. Desse modo, os dados surgem a partir das interações dialógicas e dos discursos e argumentos produzidos pelos participantes ao longo do debate. Como característica principal da utilização do grupo focal está a interação entre os participantes, gerando discussões referentes aos distintos pontos de vista para produção e defesa dos discursos argumentativos. O moderador é o responsável pelo grupo, com a função de promover a problematização de um tema, apresentando questões que nortearão o debate entre os participantes, conduzindo e garantindo as discussões.

Para Gatti (2005), o grupo focal é um recurso metodológico que cria um ambiente propício para a manifestação de diferentes pontos de vista, estimulando a reflexão e a argumentação entre os participantes. A autora destaca que, ao contrário de entrevistas individuais, o grupo focal enfatiza a interação social como fonte de dados, de modo que o conteúdo produzido é fruto de um processo comunicativo, marcado por concordâncias, divergências e negociações de significados. Além disso, Gatti resalta a importância de uma mediação cuidadosa para que todos possam se expressar e para que as discussões se mantenham alinhadas aos objetivos da pesquisa.

Assim, tanto Morgan (1996) quanto Gatti (2005) convergem ao caracterizar o grupo focal como um método que explora a dinâmica de grupo e a interação entre os participantes

como elemento central para a produção de dados qualitativos, possibilitando compreender não apenas o que as pessoas pensam, mas como constroem coletivamente suas interpretações.

Os temas abordados nesse grupo focal foram dilemas éticos e morais a respeito de questões sociocientíficas envolvendo a engenharia genética. Conforme apresentado, a questão sociocientífica selecionada para esta investigação é o Melhoramento Genético Humano (eugenia), e as discussões giraram em torno da retórica do determinismo genético a partir das promessas do Projeto Genoma Humano e da Engenharia Genética com as técnicas de edição de genes que permitem a manipulação (para edição/modificação ou deleção de condições, ou características, não desejáveis) do material genético. A partir desses temas, acreditamos ser possível compreender os sentidos presentes nos discursos dos licenciandos sobre questões da ciência e da tecnologia que refletem na sociedade, assim como os argumentos elaborados e seus posicionamentos morais ou julgamentos morais, os quais podem emergir de suas experiências de vida, contribuindo, assim, com a compreensão do desenvolvimento de sensibilidade moral na abordagem de questões sociocientíficas no contexto da formação de professores de Ciências.

Nesse sentido, a estratégia de constituição dos dados por meio do grupo focal se mostra adequada para esta pesquisa, uma vez que temos por anseio analisar os discursos, bem como os argumentos produzidos durante a interação dialógica, que emergem durante a discussão entre os participantes, com o intuito de compreender os elementos e perspectivas morais que emergem em contexto de tensão e conflito. Para isso, conforme mencionado no tópico anterior, foram realizados grupos focais. Dessa forma, os 17 licenciandos foram distribuídos em dois grupos focais (Grupos A e B), e cada um desses grupos participou de dois encontros (ver Quadro 9). Em cada encontro foram discutidos dois casos envolvendo controvérsias sociocientíficas.

De modo semelhante à realização das entrevistas, os grupos focais foram realizados na mesma universidade pública da região Nordeste do Brasil, em uma sala utilizada para realização de reuniões para graduação e pós-graduação. Essa sala possuía uma mesa oval de modo a melhor aproximar os participantes durante as discussões. Essa característica também contribuiu com a distribuição dos equipamentos de gravação em diferentes pontos da sala. Portanto, os registros dos grupos focais ocorreram por meio de gravações de áudio, tendo a concordância dos participantes, sendo transcritos e organizados para posterior análise. Além disso, como protocolo ético essencial de pesquisa, aos participantes foi assegurada a confidencialidade da sua identidade. A seguir, apresentamos a organização dos casos utilizados durante os encontros dos grupos focais (Quadro 10).

Quadro 10 - Organização dos casos e apresentação dos dilemas e problemáticas

Casos	Dilema	Problemática
1) O caso Miguel: Dopning genético no atletismo	A prática de doping genético no atletismo (melhoramento genético de músculos).	Realização de práticas de melhoramento genético em adultos com a finalidade de melhorar seu desempenho.
2) O caso do casal de surdas que desejava ter um bebê igual a elas (bebê selecionado para nascer com surdez)	Bebê selecionado para não ter audição. Surdez como traço de identidade. Quem define o que são características boas ou ruins? Ou o que são traços de identidade ou deficiência/limitação?	Um casal de surdas deseja ter um bebê igual a elas. Elas são surdas e entendem a surdez como um traço de identidade e não uma deficiência. Bebê projetado para nascer com surdez.
3) O caso Jully: o bebê projetado	Edição genética com finalidade terapêutica (terapia gênica), ou seja, evitar doenças graves; Edição genética com finalidade de “melhorar” geneticamente características genéticas dos filhos. <i>Design</i> de bebês.	Questões da autonomia do feto sobre sua vida e possíveis implicações na fase adulta, uma vez que Jully não teve autonomia para decidir sobre quais habilidades desejaria ter ao crescer.
4) O caso Lúcia: a bebê salvadora	Os pais devem conceber uma filha, selecionando suas características genéticas, para salvar a vida da irmã?	Apresenta dilemas morais em relação à seleção genética de embriões, bem como a questão de usar uma criança como doadora para salvar a vida de outra. Questões de autonomia e de consentimento: Lúcia não teve autonomia para decidir sobre ser concebida para essa finalidade; e o consentimento sobre concordar em continuar sendo doadora da irmã.

Fonte: Elaboração própria.

Cada um dos casos contemplava um cenário diferente oferecido para discussão. Portanto, cada um deles foi pensado e estruturado com a finalidade de avançarmos na complexidade e tensão conflituosa envolvendo as discussões sobre a manipulação genética em seres humanos com finalidades terapêuticas e não terapêuticas. No primeiro caso, “**O caso Miguel: Dopning genético no atletismo**” (ver Quadro 11), há controvérsias relacionadas à manipulação genética em seres humanos a partir da terapia gênica no contexto do atletismo. Tal cenário envolve controvérsias que dizem respeito a se seria moralmente correto fazer uso desse melhoramento genético muscular ou se isso seria uma prática moralmente incoerente e se poderia gerar algum tipo de discriminação ou injustiça na competição. Vale ressaltar que, nesse

primeiro momento, as discussões envolvendo a manipulação humana iniciam-se no contexto de uma vida humana adulta.

Quadro 11 - Estudo de caso sobre Doping genético

1) O caso Miguel: Doping genético no atletismo

Miguel era um atleta talentoso e excepcionalmente dedicado que tinha o sonho de competir nos Jogos Olímpicos. Ele treinou durante anos para aprimorar suas habilidades e sua resistência para as competições. No entanto, mesmo com todo seu esforço e sua dedicação, havia algo que o impedia de atingir o seu máximo potencial: sua genética.

Miguel sabia que alguns de seus concorrentes estavam usando técnica de doping genético para melhorar seu desempenho. Ele se sentiu injustiçado e frustrado por não ter acesso aos mesmos recursos e começou a considerar a possibilidade de fazer o mesmo. Inicialmente, Miguel resistiu à ideia de se submeter ao doping genético, pois sempre acreditou na competição justa e no jogo limpo. Mas, com o passar do tempo, ele começou a se questionar se seria capaz de competir em igualdade de condições com outros atletas que recorriam a práticas de modificação genética para melhorar seu desempenho.

Eventualmente, Miguel cedeu à tentativa e se submeteu a um procedimento de doping genético. Ele esperava que isso o ajudasse a melhorar sua resistência e velocidade durante as competições, e talvez até lhe desse a vantagem necessária para se classificar para os Jogos Olímpicos.

No começo, os resultados pareciam promissores. Miguel se sentia mais forte e disposto, capaz de treinar por períodos mais longos sem se cansar. Ele também notou que seus tempos de corrida estavam competitivos. Mas, com o tempo, ele começou a notar efeitos colaterais. Ele começou a sentir dores musculares e articulares, além de sofrer de insônia e ansiedade.

Miguel começou a questionar sua decisão. Ele percebeu que, ao tentar melhorar sua performance, poderia estar prejudicando sua saúde. Além disso, se perguntou se estava violando a ética esportiva e se sua vitória seria genuína se dependesse do doping genético. Mas sabia que seria difícil competir em igualdade de condições com outros atletas que recorrem a técnicas de edição genética.

Como você se sente diante deste caso?

O que você faria se estivesse no lugar de Miguel?

Como você percebe a decisão dele em fazer uso de técnicas de manipulação e melhoramento genético para melhorar suas aptidões nas competições?

Miguel tem direito a autonomia das decisões sobre seu corpo, mas o que você pensa sobre a prática de doping genético?

Você recorreria ao doping genético em você caso fosse um atleta?

Fonte: Elaboração própria.

No segundo caso, **“O caso do casal de surdas que desejava ter um bebê igual a elas: o bebê selecionado para nascer com surdez”** (ver Quadro 12), é apresentado um cenário no qual um casal de surdas deseja ter um filho com o traço de surdez, assim como elas. Para isso, recorrem à doação de esperma de doador que possa possibilitar maior probabilidade do traço da surdez em sua prole. Vale destacar que esse é o único caso que não foi elaborado por nós;

foi extraído do livro *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*, de Michael J. Sandel (Sandel, 2021a). A apresentação desse caso promove discussões sobre o uso de técnicas de reprodução assistida (fertilização *in vitro*) e testes genéticos e introduz discussões sobre a possibilidade, a partir da engenharia genética enquanto desenvolvimento e desdobramento do avanço da genética e da biotecnologia, que a humanidade possui de fazer escolhas sobre como a sua prole será fenotípica e genotipicamente. A partir desse caso, direcionamos a discussão das controvérsias para o nível de desenvolvimento humano embrionário.

Quadro 12 - Estudo de caso sobre seleção de embrião para ter uma característica específica

2) O caso do casal de surdas que desejava ter um bebê igual a elas

Alguns anos atrás, um casal de lésbicas decidiu ter um filho, de preferência surdo. As duas parceiras eram surdas, e com orgulho. Tal como outros membros da comunidade do orgulho dos surdos, Sharon Duchesneau e Candy McCullough consideravam a surdez um traço de identidade cultural, e não uma deficiência a ser curada. “Ser surda é um modo de vida”, declarou Duchesneau. “Nós nos sentimos pessoas inteiras na qualidade de surdas e queremos compartilhar os aspectos maravilhosos da nossa comunidade – o sentimento de pertencimento e de ligação – com as crianças. Sentimos verdadeiramente que, como surdas, levamos uma vida plena.”

Na esperança de conceber um filho surdo, elas procuraram um doador de esperma cuja família tivesse um histórico de cinco gerações de surdez. E conseguiram. Seu filho Gauvin nasceu surdo.

As novas mães ficaram surpresas quando sua história, que apareceu nas páginas do *Washington Post*, desencadeou amplas críticas. A maior parte do ultraje alheio se centrava na acusação de que elas haviam deliberadamente infligido uma deficiência a seu filho. Duchesneau e McCullough negaram que a surdez fosse uma deficiência e argumentaram que desejavam apenas ter um filho igual a elas. “Não fizemos nada diferente do que muitos casais heterossexuais fazem quando têm filhos, é o que achamos”, afirmou Duchesneau.

Será errado ter um filho surdo de propósito? Se sim, o que torna isso errado – a surdez ou o propósito?

Suponhamos, a título de argumentação, que a surdez não seja uma deficiência, e sim um traço distinto de identidade. Ainda assim, haveria algo errado na ideia de os pais escolherem o tipo de filho que desejam ter? Ou será que isso é o que os pais já fazem o tempo inteiro ao escolherem seu parceiro e, nos dias de hoje, ao se valerem das modernas técnicas de reprodução humana?

Fonte: Adaptado de Sandel (2021a, p. 15-16).

No terceiro caso, “**O caso Jully: o bebê projetado**” (ver Quadro 13), apresentamos um novo cenário envolvendo o “*design-babies*” ou “*Designer babies*” (design de bebês), que diz respeito à fabricação de filhos geneticamente programados, relacionado às ideias de aperfeiçoamento genético de seres humanos. Portanto, refere-se a bebês selecionados por engenharia genética após o procedimento de fertilização *in vitro* (FIV) para garantir características genéticas específicas, a exemplo de saúde e gênero. Antes, esse cenário só era

possível na ficção científica, em obras como *Admirável Mundo Novo*, de Aldous Huxley, ou filmes como *GATTACA: a experiência genética*. Contudo, os avanços nas técnicas de Reprodução Assistida (RA) possibilitaram o nascimento de bebês projetados após o procedimento de FIV. Os embriões obtidos durante a FIV são submetidos a testes genéticos, como o diagnóstico genético pré-implantacional (DGPI), que é um procedimento relacionado à reprodução assistida, e, com base nos resultados desses testes genéticos, são selecionados para implantação uterina ou submetidos às técnicas de edição genética, tendo seus genomas modificados por meio da engenharia genética. Muito embora a edição genômica com finalidades de modificação do material genético seja limitada em vários países, há a possibilidade de ampliação do seu uso com os avanços no desenvolvimento dessas técnicas genéticas e sua precisão. Como exemplo disso podemos citar a técnica de edição genética CRISPR-Cas9 e seu uso ampliado em diversos setores. Tal cenário envolve controvérsias. Uma delas consiste em se seria moralmente correto projetar os filhos para nascerem com características específicas, independentemente dessas características e de suas finalidades.

Quadro 13 - Estudo de caso sobre a produção de bebês projetados a partir de características predeterminadas

3) O caso Jully: o bebê projetado

Ana e João eram um jovem casal que aguardava ansiosamente a chegada de seu primeiro bebê, Jully. Porém, Ana, ao descobrir a gravidez, sentiu medo e receio em seguir com a gestação. A mãe de Ana foi diagnosticada com Alzheimer quando ainda era jovem. Ao longo dos anos, Ana vem acompanhando o avançar da doença da mãe, que já começou a não lembrar quem ela é. Com receio de que Jully venha a herdar a doença, durante o pré-natal, fizeram uma série de exames que revelaram que o bebê possuía uma doença degenerativa do sistema nervoso chamada doença de Huntington, que é causada por um alelo dominante letal, a qual não apresenta efeitos fenotípicos até que a pessoa se aproxime dos 40 anos de idade. Ao iniciar a deterioração do sistema nervoso, a doença torna-se irreversível e fatal.

O casal fica desesperado com a notícia. Os médicos explicam que essa doença foi causada por um gene específico que poderia ser removido por meio de uma técnica de edição genética. Ana e João ficam divididos sobre qual seria a melhor decisão. Por um lado, eles desejavam que Jully nascesse saudável e livre da doença. Por outro lado, se questionavam se era ético alterar geneticamente a filha para melhorar suas características.

Ana e João, acreditando estar fazendo o melhor por sua filha, decidem seguir em frente com o procedimento de edição genética. Eles optam por remover o alelo relacionado à expressão da doença. Mas pensam sobre possibilitar melhores condições de vida para Jully e acrescentam algumas características que consideram vantajosas, como maior capacidade cognitiva, resistência física e habilidade com instrumentos. João é músico, toca vários instrumentos, e gostaria de garantir que sua filha também tivesse gosto e habilidades como as suas. Ana, por sua vez, sempre sonhou em ser

bailarina, mas nunca teve oportunidade em seguir carreira. Projetando o seu sonho em Jully, tomou a decisão de acrescentar habilidades para a dança.

O procedimento foi realizado com sucesso, e Jully nasceu saudável. Ana e João estavam emocionados com o nascimento de sua filha, mas também se sentiam preocupados com as escolhas que haviam feito. Eles se perguntavam se tinham ido longe demais em sua busca por um bebê saudável e perfeito. Conforme Jully crescia, o casal percebia que ela tinha um desenvolvimento diferente de outras crianças. Ela era mais inteligente e habilidosa, mas também mais isolada e introvertida. Jully tinha dificuldades de interagir com outras crianças da sua idade. Eles se perguntavam se essas características eram o resultado do procedimento de edição genética e se tomaram a decisão certa, percebendo que as escolhas que fizeram não eram tão simples como pareciam e até que ponto o amor pela filha justificaria a decisão.

Como você se sente diante deste caso?

O que você faria se estivesse no lugar dos pais de Jully?

Se você pudesse garantir a ausência de doenças graves em um filho, você o faria?

Como você percebe a decisão dos pais em fazer uso de técnicas de manipulação genética não apenas com a finalidade de evitar doenças, mas para melhorar suas características?

Como fica a autonomia das decisões de Jully sobre seu corpo e suas escolhas de vida?

Como você avalia a decisão dos pais de Jully?

Fonte: Elaboração própria.

No quarto e último caso, “**O caso Lúcia: a bebê salvadora**” (ver Quadro 14), apresentamos um cenário que envolve a discussão sobre “*Savior sibling*” (bebê salvador ou irmão salvador), no Brasil mais conhecido como “bebê-medicamento” ou “bebê-remédio”. De modo semelhante ao caso anterior, envolve o uso de técnicas de edição genética para modificar e selecionar embriões com características específicas, neste caso em particular com o objetivo de gerar doadores compatíveis com um irmão acometido por uma doença grave, por isso o uso das expressões “bebês salvadores” ou “bebês-medicamento”. Portanto, fazem uso de técnicas de RA, bem como do DGPI, para selecionar o embrião com maior possibilidade de atender aos interesses dos pais. Trata-se de uma história fictícia baseada na trama narrada no filme *Uma prova de amor*, baseado no livro *My sister's keeper*, de Jodi Picault. Esse cenário envolve controvérsias, as quais consistem em se seria moralmente correto que seres humanos devam ser tratados como meios para salvar outras pessoas. Se considerarmos o argumento de Immanuel Kant, o qual afirma que seres humanos são fins em si e, portanto, não deveriam em situação alguma ser tratados como meios de atingir fins para outra pessoa, seria moralmente errado ter um filho com essa intenção e para essa finalidade.

No contexto brasileiro, a Resolução do Conselho Federal de Medicina nº 2.294, de 27 de maio de 2021, que adota as normas éticas para a utilização das técnicas de reprodução assistida, a qual substitui e revoga a Resolução CFM nº 2.168, destaca em seu anexo (“Normas éticas para a utilização das técnicas de reprodução assistida”) como princípios gerais:

1. As técnicas de reprodução assistida (RA) têm o papel de auxiliar no processo de procriação.
2. As técnicas de RA podem ser utilizadas para doação de oócitos e na preservação de gametas, embriões e tecidos germinativos por razões médicas e não médicas.
3. As técnicas de RA podem ser utilizadas desde que exista possibilidade de sucesso e baixa probabilidade de risco grave à saúde do(a) paciente ou do possível descendente.

À vista disso, cabe mencionar que o primeiro princípio geral foi amplamente aceito, uma vez que diversos casais recorrem à RA para evitar transmitir doenças genéticas graves a seus filhos, detectadas a partir dos testes genéticos de pré-implantação, já mencionados. Portanto, parece legítima a intenção de selecionar embriões que não apresentam doenças e condições genéticas graves que possam afetar a vida da criança e dos familiares. Todavia, uma grande parte da controvérsia ética em relação ao segundo princípio geral dessa Resolução se relaciona com o princípio kantiano sobre a dignidade humana supramencionado. Apesar da polarização de opiniões e dos debates éticos nessa situação, esse princípio é aceito em diversos países, já que apresenta como possibilidade salvar vidas. É importante salientar que essas normas que regem as condutas éticas médicas em relação à RA e aos testes genéticos pré-implantação dos embriões no útero visam limitar o uso dessas técnicas de modo a evitar usos com finalidades eugênicas, que consistem no aprimoramento (melhoramento) genético humano.

Ainda assim, sabemos que, na prática, muitas dessas normas podem ser violadas, sendo desafiador conter os possíveis dilemas e usos moralmente incoerentes dessas técnicas repletas de promessas de avanços científico-tecnológicos e o controle sobre a vida humana. Desafios esses apontados a partir das possibilidades de, conforme sinaliza Zatz (2011), podermos fazer escolhas sobre nossos filhos que os nossos avós não faziam e que perpassam os discursos e a retórica do determinismo genético com as propagandas do Projeto Genoma Humano e a busca por desvendar as bases genéticas da vida humana e assim poder controlá-la, modificando-a com diversas finalidades, muitas delas atravessadas pelos interesses do capital, a partir da mercantilização da vida e do controle da vida humana.

Quadro 14 - Estudo de caso sobre a geração de bebês que possam ser doadores para irmãos acometidos com alguma patologia

4) O caso Lúcia: a bebê salvadora

Maria e Daniel sempre desejaram construir uma grande família. Mas tiveram que adiar desse sonho. Sua filha, Olívia, foi diagnosticada com uma forma agressiva de leucemia (um tipo de leucemia mieloide aguda) ainda quando era uma bebê. O médico informa que a possibilidade de encontrar um doador compatível é maior quando na família. Ambos fazem o teste de compatibilidade genética, no entanto não são compatíveis o suficiente. Sabendo que as chances de sobrevivência de sua filha são poucas, decidem engravidar novamente.

Depois de várias tentativas de engravidar sem sucesso, e quando Olívia já tinha pouco mais de um ano de idade, eles decidem recorrer à fertilização *in vitro*. Durante o processo, eles têm a opção de fazer o teste genético pré-implantacional para selecionar o embrião que não tem o gene relacionado à expressão de uma doença rara que assola a família de Maria e garantir a compatibilidade com a irmã.

O teste mostra que dois dos embriões são portadores do gene da doença, enquanto um é saudável. Maria e Daniel decidem implantar o embrião saudável, e, alguns meses depois, Maria dá luz a uma menina, chamada Lúcia, saudável e compatível geneticamente com a irmã mais velha, Olívia.

Apesar de ser saudável, durante toda a vida Lúcia frequenta consultórios médicos e é submetida a cirurgias e transfusões para que sua irmã possa viver. Quando completa 13 anos, descobre que sua irmã mais velha, já com 15 anos, começa a sofrer de insuficiência renal e que será obrigada a doar um de seus rins para a sua irmã.

Maria e Daniel, desesperados para salvar a vida de Olívia, decidem que Lúcia fará a doação por ser a correspondência genética ideal. No entanto, Lúcia começa a questionar o motivo pelo qual ela foi concebida e, apesar de amar a irmã, se sente como uma mercadoria para salvar a vida dela. Ela acredita que seus pais não a veem como uma pessoa real, mas apenas como fonte de material biológico para salvar Olívia.

Lúcia decide entrar com um processo legal para emancipação médica e, assim, evitar que seus pais usem seu corpo como um banco de órgãos para salvar Olívia. Ela também quer ter o direito de viver como qualquer garota saudável da sua idade. Maria e Daniel ficam arrasados com a decisão de Lúcia e se questionam sobre sua decisão. Pensam na alternativa de buscar outros possíveis doadores compatíveis para salvar sua filha mais velha, mas, com a baixa possibilidade, pedem judicialmente autorização para continuar utilizando o material biológico de Lúcia, que é menor de idade e da qual eles possuem tutela.

Como você se sente diante deste caso?

O que você faria se estivesse no lugar dos médicos? E do juiz?

E, se você estivesse no lugar de Lúcia? Ou de Olívia?

O que você pensa sobre a decisão dos pais de Lúcia de usar uma filha para salvar a vida de outra filha?

Lúcia deve ter direito à autonomia ou seus pais devem decidir por ela?

Fonte: Elaboração própria.

4.5 ANÁLISE DOS DADOS: UMA ABORDAGEM PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS ÉTICOS E MORAIS NOS DISCURSOS E ARGUMENTOS

Após a constituição dos dados, todos os registros foram organizados e armazenados para posterior transcrição. Inicialmente, revisei todos os áudios de cada entrevista, conferindo-os,

uma vez que foi necessário fazer uso de mais de um instrumento de gravação (celular *smartphonhe*, gravador e computador portátil com o auxílio do *software* de edição digital de áudio *Audacity*). Após a realização dessa conferência, fiz as transcrições dos registros de áudio das entrevistas individuais. Nesse momento, optamos por focar na primeira fase de constituição dos dados do estudo (entrevistas individuais), importante para compreensão das percepções, perspectivas morais e experiências de vida particulares dos sujeitos participantes do estudo.

De modo a contribuir com o processo analítico e de compreensão mais aprofundada do material em formato de áudio constituído, realizei registros no diário de campo (diário de desenvolvimento da pesquisa, incluindo fases que antecedem e preparam a etapa de tomada de dados). Esses registros correspondem às observações realizadas durante as entrevistas e os encontros dos grupos focais, como também às observações feitas nos momentos de transcrição dos áudios.

Após a etapa de realização das transcrições, os registros das entrevistas foram lidos em sua íntegra, de modo a ser possível alcançar uma imersão nos diálogos na busca por uma familiarização com o material e os diferentes aspectos que emergem dessas falas. Em etapa seguinte, foram realizadas novas leituras do material, direcionando o olhar para a seleção de registros e fazendo a identificação de unidades de significado relevantes em cada diálogo.

Portanto, os dados constituídos foram revisitados e analisados, inicialmente, à luz da Fenomenografia, juntamente com as lentes do referencial teórico adotado sobre moralidade e QSC, na busca por compreender em que consistem o conflito e o dilema moral, a partir da questão sociocientífica da manipulação e do melhoramento genético humano, para os participantes da pesquisa. Conforme mencionado em itens anteriores, a Fenomenografia é um método de pesquisa empírico, baseado na observação e experiência, que visa compreender e sistematizar as formas de pensamento (consciência reflexiva) que os sujeitos usam ao interpretarem aspectos significativos da realidade vivenciada e como conceituam fenômenos do mundo (Marton, 1981). As categorias de análise foram construídas a partir do referencial teórico adotado sobre questões sociocientíficas e moralidade (considerando o campo da Filosofia Moral) e com base nos dados constituídos.

Na análise fenomenográfica, almeja-se descrever as diferentes formas como os sujeitos percebem e interpretam a realidade à sua volta, assim como identificar as categorias ou os tipos de experiência que os sujeitos relacionam a certos fenômenos (Marton, 1981, 2000). Nesse sentido, esperamos ser possível, com o entendimento de como os sujeitos lidam com os conflitos e os dilemas morais, ampliar o entendimento sobre como ocorre o julgamento moral,

a partir de influências das experiências particulares vivenciadas pelos sujeitos, e refletir sobre a sensibilidade moral e sua importância na tomada de decisão frente aos avanços dos artefatos tecnocientíficos. Do mesmo modo, a partir das vozes e dos discursos dos sujeitos ao descreverem suas experiências de vida frente a situações que envolvem dilemas morais, os quais foram apresentados durante a realização da etapa de constituição dos dados, almejamos contribuir com a compreensão da dimensão moral na abordagem das questões sociocientíficas.

As opções metodológicas, tendo em vista os instrumentos de constituição dos dados e os referenciais teórico-analíticos, foram eleitas de modo a desvelar as contradições, os dilemas e as incoerências dos artefatos do universo científico-tecnológico que tendem a afetar, de alguma maneira e em alguma instância, a sociedade e o ambiente, a partir da exploração de casos contendo dilemas morais em uma QSC envolvendo genética e biotecnologia.

De forma a aprofundar e auxiliar o processo analítico e interpretativo dos discursos dos licenciandos (constituídos inicialmente de modo individual e depois a partir da discussão em grupo), foram analisados ainda os fragmentos discursivos e argumentos gerados a partir das interações dialógicas da segunda etapa (realização dos grupos focais), considerando os diferentes turnos de fala, observadas nos episódios constituídos com base no referencial teórico e metodológico adotado.

Na transcrição dos episódios constituídos e selecionados para análise, foram utilizados sinais (códigos de transcrição) adaptados de Carvalho (2006), Santos, Mortimer e Scott (2001) e Santos (2002), são eles: [...] indicando trecho omitido por não ser de interesse para a análise; ... denotando prolongamento da ideia, hesitação ou fala não concluída; [xxxx] indicando trecho de fala inaudível ou ininteligível; [] para inserção de comentários da pesquisadora; :: para prolongamento da palavra, vogal ou consoante, por exemplo, éh::; / indicando truncamento de palavras, paradas bruscas ou mudança de palavra ou assunto; ênfases ou destaques importantes das falas em negrito ou sublinhado; e CAIXA ALTA para entonação enfática.

4.5.1 Procedimento de análise dos dados: uma matriz para análise de elementos éticos e morais

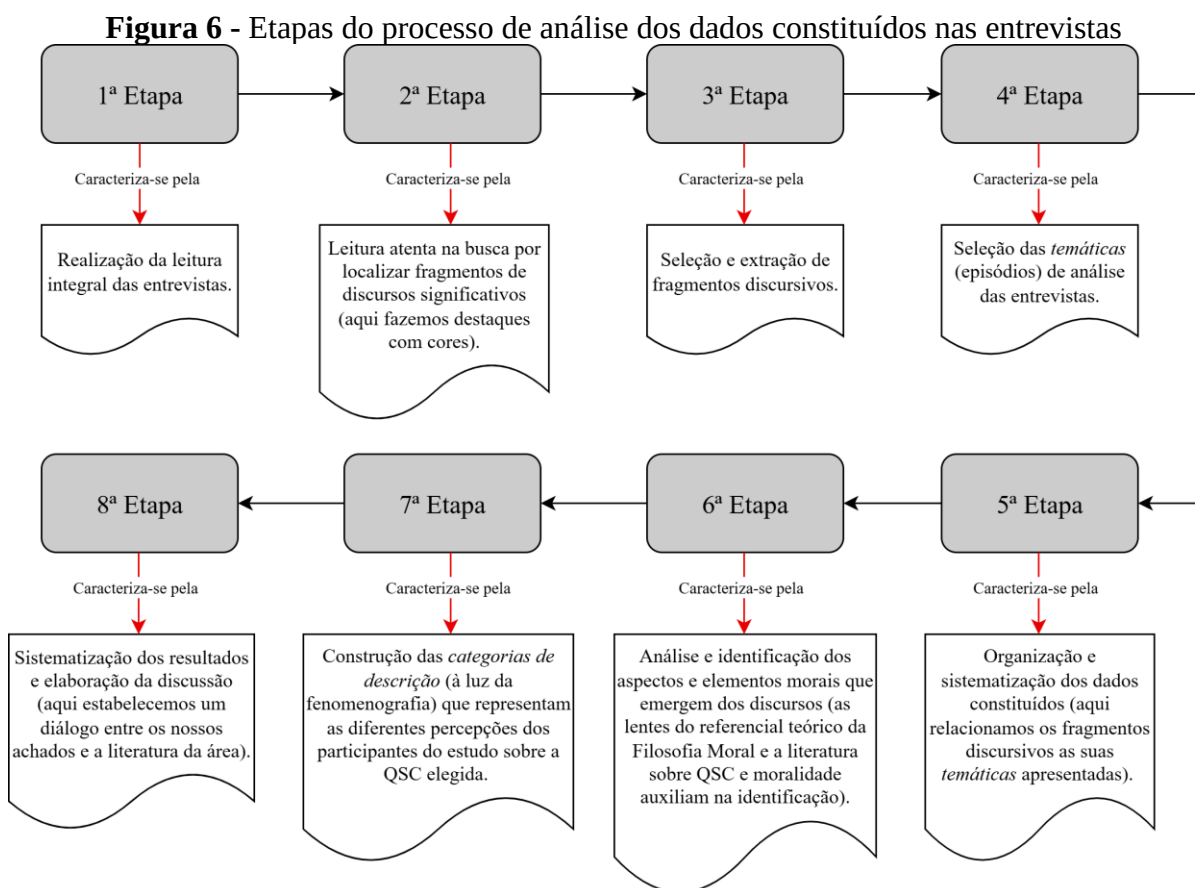
O procedimento de análise foi dividido em dois momentos. O primeiro refere-se à análise das entrevistas individuais. O segundo momento, por sua vez, consiste na análise do conteúdo dos grupos focais. No processo analítico das entrevistas, buscou-se localizar aspectos e elementos morais, bem como outros aspectos valorativos que constituem as experiências

vivenciadas pelos licenciandos em seus enunciados durante a discussão sobre a QSC abordada. Desse modo, selecionamos alguns fragmentos de discursos nos registros transcritos das entrevistas. Esses fragmentos de discursos foram selecionados considerando os pontos mais relevantes sobre o tema discutido durante as entrevistas e embasados nas controvérsias da QSC envolvendo a manipulação (edição) genética em seres humanos e as possibilidades de realização de uma edição com finalidades não terapêuticas, mas de melhoramento (aperfeiçoamento) genético. Para a constituição do conjunto de dados que deram origem aos episódios selecionados das entrevistas, denominados como **Temáticas** – que foram analisadas e discutidas na seção de resultados (seção 5.1, no capítulo 5) –, foram selecionados fragmentos discursivos de cada um dos licenciandos (nesta etapa, optamos por centrar nossos esforços em cinco licenciandos, cujos discursos são, em certa medida, representativos dos demais). Observamos cada um deles de modo particular, e depois, em outro momento, os analisamos em conjunto com os fragmentos discursivos selecionados dos demais licenciandos para a constituição da análise a partir das categorias de aspectos da dimensão ética e valorativa – apresentadas e discutidas na seção 5.2 (capítulo 5) –, de modo a ser possível inferir e compreender suas perspectivas particulares sobre o tema e como cada um percebe o fenômeno em estudo (compreensão das diferentes maneiras como os futuros professores de Ciências e Biologia experimentam conflitos, dilemas, promessas e soluções advindas do campo científico-tecnológico da genética, particularmente da biotecnologia).

Neste momento, faz-se necessário destacar a importância das diversas leituras no registro transcrito das entrevistas individuais. Isso ocorre porque esse retorno aos registros gravados (seja em áudio e/ou texto), repetidamente, contribuiu para uma melhor e aprofundada compreensão dos discursos. Conforme argumenta Gaskell (2015, p. 71), “Falas ou comentários que numa primeira escuta pareciam sem sentido podem, repentinamente, entrar em cena à medida que as contribuições de diferentes entrevistados são comparadas e contrastadas”.

A partir desses registros, foi possível realizar uma análise dos discursos dos participantes, constituindo categorias emergentes e elaboradas *a priori* relacionadas aos aspectos morais e valorativos, tendo como base o referencial teórico adotado. Portanto, analisamos os diferentes discursos de cada participante, sendo possível categorizar as diferentes formas pelas quais as pessoas percebem e experimentam o fenômeno, na seção dedicada ao “Espaço de resultados” (capítulo 5), conforme mencionado, à luz da perspectiva fenomenográfica e do referencial teórico aqui adotado.

Nesse sentido, na busca por identificar e compreender quais os fatores que influenciam os processos de julgamento moral dos futuros professores participantes deste estudo quando discutem questões controversas envolvendo genética e biotecnologia, de modo a alcançar o nosso objetivo geral, anteriormente apresentado, organizamos o processo analítico das entrevistas em algumas etapas (ver Figura 6). Essas etapas foram constituídas a partir do conhecimento sobre pesquisas de natureza qualitativa de modo geral (Bogdan; Biklen, 2003; Flick, 2007; Gaskell, 2015) e da tentativa de alcançar uma análise consistente a partir das percepções desses participantes à luz da abordagem fenomenográfica (Marton, 1981, 2000), bem como do referencial teórico-analítico adotado.



Fonte: Elaboração própria.

Inicialmente, no que denominei 1ª etapa do processo analítico dos dados, realizei uma leitura integral das 17 entrevistas que representam a fase inicial de constituição dos dados. Essa primeira leitura integral tem o objetivo de promover uma visão geral sobre os registros de discursos de cada um dos participantes, bem como dar uma ideia mais geral dos principais pontos abordados e defendidos em suas falas.

Na etapa seguinte, doravante 2ª etapa, realizei uma nova leitura do material contendo os registros transcritos das falas. Nessa etapa, diferente da anterior, busquei localizar os fragmentos discursivos significativos que permitiam estabelecer possibilidades de compreensão do fenômeno estudado, com direcionamentos para alcançar o objetivo geral desta pesquisa. Nesse momento, fiz destaques usando um sistema de cores, o que denominei sistema de codificação por cores. Esses destaques por cores me permitiram localizar, destacar e agrupar temas e pontos de discussão similares, que possibilitaram, em etapas seguintes, constituir os episódios de análise.

Na 3ª etapa, selecionei e extraí alguns fragmentos discursivos dos sujeitos participantes do estudo. Por sua vez, em momento seguinte, na 4ª etapa, selecionei os episódios (conjunto de dados) de análise das entrevistas. Conforme mencionei, esses episódios foram identificados com o auxílio da leitura do material e sua categorização sistemática por cores (2ª etapa), bem como das perguntas norteadoras do roteiro de entrevista semiestruturada, e deram origem às **Temáticas** discutidas na seção dos resultados (capítulo 5).

Na 5ª etapa, organizei e sistematizei os dados constituídos em quadros (sendo um quadro para cada temática, de modo a agrupar os discursos de cada participante ao tema em destaque). Nessa etapa, relatei os fragmentos discursivos selecionados aos episódios que retratam o momento e o tópico de discussão durante a entrevista, em outras palavras, as **Temáticas**.

Após a organização e sistematização dos fragmentos discursivos e das temáticas de análise, realizei a 6ª etapa. Nessa etapa, analisei e identifiquei os aspectos e elementos morais que emergem desses discursos gerados durante a entrevista. Esses elementos foram considerados a partir de dois domínios, o moral e o não moral, e foram elaborados em diálogo com a literatura e à medida que iam se revelando nos dados da nossa pesquisa, por isso sofreram algumas alterações à proporção que fomos avançando nas análises – sendo revisados sempre que consideramos necessário e apresentados no Quadro 15 (os resultados dessas análises são apresentados na subseção 5.2.1, no capítulo 5). No quadro mencionado, as categorias apresentadas se configuram em uma matriz para análise de elementos éticos e morais, a qual poderá ser utilizada em novas pesquisas que busquem focar e analisar os aspectos éticos e morais das QSC, oferecendo um instrumento metodológico que sistematiza a identificação e interpretação desses elementos e possibilita comparações entre diferentes contextos e estudos.

Na 7ª etapa, constituí as categorias que representam as diferentes percepções dos licenciandos sobre a manipulação e o melhoramento genético em seres humanos (subseção 5.2.2, no capítulo 5). Por fim, na última etapa, 8ª etapa, sistematizei os principais resultados,

elaborando discussões embasadas no referencial teórico e na literatura da área (ver capítulo 5). Portanto, essa etapa caracteriza-se como o momento e o espaço de apresentação dos resultados a partir do *corpus* de dados analisados no diálogo com outros autores em um movimento dialógico para a compreensão do fenômeno estudado, considerando os principais achados deste estudo e as reflexões e contribuições já presentes na literatura. Assim, o diálogo com o referencial teórico adotado sobre QSC e moralidade e as principais contribuições do campo da Filosofia Moral, bem como o contraste com outras pesquisas relacionadas ao tema, possibilitaram avançar o olhar para os dados e estabelecer reflexões e ponderações sobre a dimensão moral em QSC no contexto da formação inicial de professores, possibilitando um modo de olhar para essa dimensão no âmbito da realização de novas pesquisas.

Podemos afirmar, a partir de Frankena (1981), que o conceito de valores constitui elemento central na reflexão ética e moral, abrangendo múltiplas dimensões da vida humana – estética, econômica, religiosa, intelectual, entre outras –, das quais os valores morais representam apenas uma categoria específica. Enquanto qualquer valor pode ser entendido como aquilo que é bom, desejável ou digno de ser buscado, os valores morais se distinguem por estarem intrinsecamente vinculados à conduta humana, ao convívio social e ao respeito a princípios éticos. Para o autor, essa distinção é fundamental, pois, embora todos os valores orientem escolhas e comportamentos, apenas os valores morais carregam o peso normativo da obrigação e do dever, implicando responsabilidade individual e coletiva. Nesse sentido, eles não se reduzem a preferências subjetivas, mas se configuram como parâmetros para avaliar ações e decisões à luz do que é considerado justo, correto e eticamente aceitável.

Assim, ao situar os valores morais como categoria distinta, Frankena (1981) oferece uma base conceitual potente para analisar como eles se manifestam nas decisões e nos discursos sobre ciência e tecnologia. Essa perspectiva permite compreender que, nas QSC, não basta reconhecer a presença de valores, mas é necessário discernir quais possuem relevância moral e como eles orientam o julgamento e a ação. Ao aplicar essa lente analítica à formação inicial de professores, evidencia-se a importância de criar espaços formativos que favoreçam a identificação, problematização e reconstrução crítica desses valores, fortalecendo a capacidade dos futuros docentes de lidar com dilemas éticos complexos e de atuar com responsabilidade social em contextos permeados por controvérsias científicas e tecnológicas.

Quadro 15 - Sistematização das categorias a partir de aspectos e elementos morais para análise dos fragmentos discursivos das entrevistas (uma matriz para análise de elementos éticos e morais)

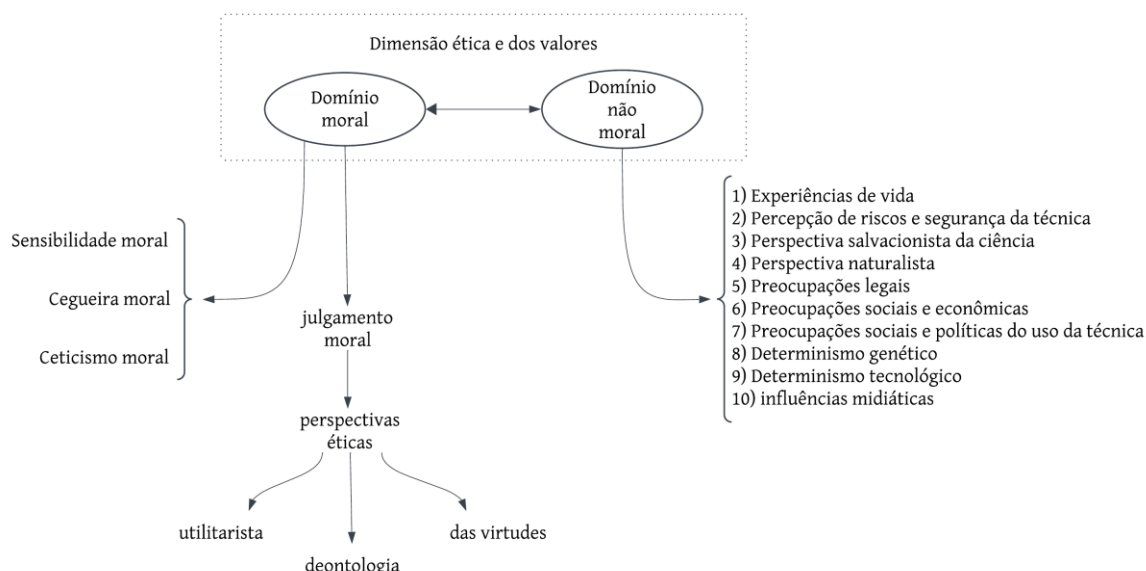
Domínio	Elementos identificados nos discursos		Descrição
Moral	Sensibilidade moral		Esse aspecto moral consiste na tendência de um indivíduo reconhecer implicações morais em determinadas circunstâncias (Sadler, 2004b).
	Cegueira moral		Esse aspecto consiste na incapacidade de sentir empatia e compaixão pelos outros, de se conectar significativamente com os outros e de tomar decisões éticas responsáveis (Bauman; Donskis, 2021).
	Ceticismo moral		“O ceticismo moral é a ideia de que <i>não há uma tal coisa como verdade moral objetiva</i> . Não é somente a ideia de que nós não podemos <i>conhecer</i> a verdade sobre o certo e o errado. É a ideia mais radical de que, quando se trata de ética, a ‘verdade’ não existe” (Rachels; Rachels, 2014, p. 34).
	Julgamento moral	Perspectiva moral utilitarista	Quando uma ação é julgada como moralmente boa se consideradas as suas consequências para o bem-estar de um número maior de pessoas (utilitarismo do ato) (Silva, 2016; La Taile, 2006; Rachels; Rachels, 2013).
		Perspectiva moral deontológica	Refere-se aos direitos e deveres que temos como indivíduos em relação a outros indivíduos, sendo apenas a intenção de um ato bom, não o resultado (Silva, 2016; La Taile, 2006; Rachels; Rachels, 2013).
		Perspectiva moral de virtudes	Centra-se no sujeito que pratica o ato, não no ato em si (Rachels; Rachels, 2013; Zingano, 2013). A ética das virtudes “põe o foco não no fato de o ato ser bom, mas na natureza e no caráter do agente que está na origem desses atos” (Zingano, 2013, p. 30). Alguns exemplos de virtudes são: coragem, generosidade, empatia, solidariedade, sinceridade.
Não moral	Outros aspectos valorativos (emergentes)	1) Experiências de vida; 2) Percepção de risco e segurança tecnológica; 3) Perspectiva salvacionista da ciência (fé na ciência); 4) Perspectiva naturalista/naturalismo conservadorista (preocupação com a essência da natureza humana); 5) Preocupações legais; 6) Preocupações sociais e	Além dos aspectos e elementos morais já mencionados, outros aspectos apareceram nos discursos dos licenciandos e tiveram forte influência em suas considerações e em seu julgamento moral a respeito dos dilemas apresentados durante os diálogos e debates sobre a QSC escolhida neste estudo. Esses elementos não se caracterizam diretamente como elementos do domínio moral, pois envolvem outros aspectos, como experiências particulares de vida, formação, concepções, preocupações, entre outros. Contudo, interferem

	dos discursos)	econômicas (quem tem acesso?); 7) Preocupações sociais e políticas do uso da técnica (práticas eugênicas/ fins eugênicos); 8) Determinismo genético; 9) Determinismo tecnológico; 10) Influências midiáticas (influências de notícias da mídia e produções audiovisuais como filmes, séries, documentários etc.)	diretamente na percepção, na consideração e no julgamento moral sobre a QSC e, consequentemente, podem determinar de modo significativo a tomada de decisões. Alguns fatores que emergiram, em estudo anterior, como dimensão importante das QSC, foram: preconceitos familiares, experiências pessoais, conhecimento prévio e impacto da cultura popular (Sadler; Zeidler, 2004).

Fonte: Elaboração própria.

Em relação à organização das diferentes maneiras como os participantes percebem a QSC abordada, foram constituídas na forma de categorias de descrição, conforme orientação da Fenomenografia, apresentadas na seção dos resultados. Com relação à análise dos aspectos éticos e morais, esses elementos – como mencionado, constituídos em diálogo com o referencial teórico-analítico e os nossos dados (entrevistas individuais) – foram categorizados em dois domínios. No primeiro domínio, denominado “domínio moral”, foram identificados indícios da presença ou ausência de sensibilidade moral, uma possível condição de cegueira moral ou, ainda, evidências de ceticismo moral, assim como as três principais perspectivas éticas – utilitarista, deontológica e das virtudes – em seus julgamentos morais. No segundo momento – tendo em conta que identificamos, durante o contato com os dados, a presença de outros elementos influenciando as considerações morais dos licenciandos –, denominado “domínio não moral” –, foram localizados, agrupados e analisados discursos que refletiam aspectos como: experiências de vida, percepção de risco e segurança tecnológica, perspectiva salvacionista da ciência, perspectiva naturalista, preocupações legais, preocupações sociais e econômicas, preocupações sociais e políticas do uso da técnica, determinismo genético, determinismo tecnológico e influências midiáticas (Quadro 15). Desse modo, a fim de organizar os principais elementos norteadores da compreensão dos aspectos morais nos discursos, sintetizamos e elaboramos uma figura para uma visão mais abrangente dos principais elementos mencionados (Figura 7).

Figura 7 - Síntese dos elementos dos dois domínios da dimensão dos valores para análise dos dados constituídos nas entrevistas



Fonte: Elaboração própria.

Para a análise da segunda etapa de constituição dos dados, os grupos focais, realizamos a seleção de episódios de discussão, a partir do registro de gravação em áudio das interações dialógicas que emergiram durante o debate sobre os casos relacionados à QSC. Os episódios de discussão sobre os casos consistem na unidade de análise dos dados constituídos a partir do debate em grupo, sendo que eles se referem a um conjunto de enunciados, ou turnos de fala, que apresentam os discursos e argumentos dos licenciandos considerados relevantes para a compreensão do nosso estudo, além de respostas às questões de pesquisa inicialmente formuladas, particularmente relacionadas a como experimentam e percebem as promessas, as soluções, os dilemas e as controvérsias e contradições da QSC envolvendo a engenharia genética humana, apresentada anteriormente. A análise dos dados se deu com base nos discursos e nos argumentos elaborados durante a discussão em grupo, à luz do referencial teórico sobre QSC, ética e moralidade, orientada por um enfoque fenomenográfico – buscando compreender as variações nas formas de perceber e experimentar o fenômeno discutido.

Cabe esclarecer que nossa intenção não foi a de analisar a estrutura formal ou a qualidade lógica dos argumentos, mas, sobretudo, explorar suas justificativas morais, identificando os fundamentos éticos que orientam os juízos de valor expressos nas falas. Ou seja, buscamos compreender como os participantes mobilizam elementos do domínio moral, da dimensão ética e de valores em seus posicionamentos antes e durante a tomada de decisão frente

aos dilemas apresentados. O foco da análise, portanto, está centrado na sensibilidade e no julgamento moral expressos nos discursos, privilegiando a compreensão das perspectivas éticas implícitas ou explicitadas nos processos argumentativos, mais do que a avaliação técnica dos argumentos em si. Assim, nos interessamos pelas razões que sustentam as decisões e as considerações morais dos licenciandos, mapeando os sentidos que atribuem à controvérsia e os referenciais éticos que mobilizam em suas interpretações.

Ademais, vale assinalar que, ao abordar a dimensão ética e valorativa das questões sociocientíficas, adotamos como referência a sistematização proposta por Frankena (1981), que distingue entre juízos morais – aqueles que avaliam ações, intenções ou pessoas em termos de certo/errado, justo/injusto – e juízos de valor não morais, relacionados a critérios como utilidade ou funcionalidade. Segundo o autor, um juízo moral é aquele que, de forma explícita ou implícita, aplica um padrão moral a uma ação, motivo, traço de caráter ou mesmo pessoa, enquanto um juízo não moral refere-se a outros tipos de avaliação, como a estética ou a utilitária, já esclarecidos anteriormente (subseção 1.2.1 – capítulo 1).

Como já foi esclarecido, no campo da ética normativa, destacam-se três principais vertentes éticas: a deontológica, fundamentada em deveres e princípios inegociáveis; a consequencialista (ou utilitarista), que avalia ações a partir de suas consequências; e a ética das virtudes, que se ancora no caráter e nas disposições morais desejáveis no agente moral. Nossa análise do que denominamos aqui por domínio moral será analisada à luz dessas perspectivas éticas normativas, buscando elementos que possam caracterizar discursos e argumentos contemplam considerações morais embasadas nessas teorias éticas.

CAPÍTULO 5 - ENTRE TENSÕES, CONTRADIÇÕES, CONFLITOS, CONTROVÉRSIAS E PROMESSAS: MODOS QUALITATIVAMENTE DIVERSOS DE EXPERIENCIAR E PERCEBER UMA QSC

“[...] o conhecimento científico em si não serve a nenhum valor particular, mas pode ser aplicado em favor de quaisquer valores.” (Hugh Lacey)

Neste capítulo, cujo objetivo é apresentar os resultados e discussões decorrentes deste estudo, destacamos um recorte dos principais achados da fase 1 da pesquisa – as entrevistas individuais realizadas com os participantes, conforme mencionado anterior. A partir dos fragmentos discursivos selecionados, foram tecidas discussões e considerações que nos permitiram compreender melhor a dimensão ética e valorativa das QSC, além de estabelecer conexões iniciais com a literatura que fundamenta nosso estudo. Inicialmente, propusemos uma análise estruturada em quatro temáticas sobre a QSC, baseando-nos nas vozes de cinco licenciandos cujos discursos e considerações morais são representativos dos demais. Em seguida, aprofundamos a compreensão dos aspectos éticos e morais por meio da categorização dos discursos de todos os licenciandos nos domínios moral e não moral. Por fim, apresentamos as categorias descritivas que sintetizam os diversos modos de perceber e experimentar a QSC pelos licenciandos à luz da Fenomenografia. Cabe mencionar que as etapas anteriores, a tematização a partir dos cinco licenciandos representativos e a sistematização e análise dos elementos e aspectos das categorias dos domínios moral e não moral constituem uma etapa essencial para compreender essas diferentes percepções conforme abordado na Fenomenografia, como será detalhado a seguir.

5.1 MANIPULAÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO HUMANO NAS VOZES DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: CONSIDERAÇÕES A PARTIR DE ANÁLISES DOS DIÁLOGOS INDIVIDUAIS

“[...] torna-se uma séria questão saber como uma sociedade democrática tão vasta e diversificada como a nossa pode ter esperança de cultivar a solidariedade e o sentimento de responsabilidade mútua que uma sociedade justa requer.” (Michael Sandel, 2021b, p. 325)

De modo a melhor apresentar os dados constituídos, considerando o processo analítico e interpretativo a partir dos referenciais teórico e metodológico adotados, organizamos os dados originados na etapa 1 da pesquisa, inicialmente, em quatro **Temáticas**, as quais serão apresentadas nas subseções que seguem, são elas: **Temática 1**: Sobre a possibilidade de manipulação do material genético de uma pessoa e o interesse em modificar os próprios genes; **Temática 2**: Sobre a possibilidade de manipular geneticamente embriões; **Temática 3**: Exposição de uma situação fictícia envolvendo a edição e o melhoramento genéticos em embriões; e **Temática 4**: Sobre os possíveis motivos pelos quais justificariam nosso desejo de melhorar um ser humano (Por que deveríamos melhorar geneticamente um ser humano?).

Essas quatro temáticas representam questionamentos essenciais do processo de entrevista, os quais nos permitem identificar e inferir sobre diversos aspectos e elementos morais e valorativos no processo de discussão de QSC relacionada a promessas e dilemas dos avanços da engenharia genética e suas possíveis aplicações em seres humanos, a partir das perspectivas de um grupo de futuros professores de Ciências e Biologia. Além disso, conforme destacado, essa etapa é relevante na compreensão das principais considerações morais e das percepções sobre o tema que nos permitem categorizar descritivamente os modos qualitativamente diversos de perceber e experimentar a QSC à luz da Fenomenografia.

5.1.1 Temática 1: Sobre a possibilidade de manipulação do material genético de uma pessoa e o interesse de modificar os próprios genes

Algumas contradições e tensões foram evidenciadas nesse momento de diálogo individual com os licenciandos, como veremos no desenvolvimento desta subseção. O recorte de dados que constitui essa temática consiste nas diferentes formas pelas quais os licenciandos percebem a possibilidade de manipulação do material genético humano e se teriam interesse, por algum motivo, em fazer alguma modificação genética em sua própria constituição genética. O conjunto dos fragmentos discursivos selecionados nesta **Temática** é representativo das principais falas dos licenciandos. A exposição a questionamentos sobre o assunto pode nos fornecer elementos sobre suas considerações morais, bem como os principais fatores que as influenciam.

Ao serem confrontados com a possibilidade de manipulação do material genético de uma pessoa, diversos licenciandos demonstraram certa estranheza ou incerteza sobre o que pensam acerca do assunto devido ao fato de alguns deles nunca terem parado para refletir sobre

essa possibilidade em seres humanos – algo evidenciado quando questionados sobre o que sabiam a respeito de termos como “engenharia genética”, “manipulação genética”, “edição genética” e “melhoramento genético” –, apenas em outros seres vivos (como as modificações genéticas em animais e plantas, o caso dos transgênicos), o caso da clonagem do primeiro mamífero, a ovelha Dolly, o que não parecia indicar um problema a princípio. Como é possível verificar em algumas falas: “[...] *a gente pensa nas sementes [...] a gente sabe que aquilo é manipulado*” (Rita); “*a biotecnologia [...] como o caso da ovelha Dolly [...] as plantas... geneticamente modificadas*” (Camila). Ou na fala de Renato, que percebe outras aplicações além do uso no setor agrícola e o episódio da clonagem da ovelha Dolly:

*“Ah, sim! Acho que especialmente sobre éh:: **alimentos transgênicos**, né? Éh:: **manipulação para... de certa forma transformar alimentos que... sejam mais resistentes**, né, que produção, por exemplo, **grãos melhores**, né? [...] A questão da **ovelha Dolly** também. Eu acho que é muito marcante, que a gente ouve desde o ensino médio [...] A questão da **produção da insulina** pode ser também, né?”* (Renato).

A percepção inicial dos licenciandos sobre a manipulação genética, de modo geral, é baseada nas promessas e soluções oferecidas pelo mundo científico e tecnológico, como fica evidente no seguinte discurso:

*“Melhoramento genético eu já ouvi e... pelas ideias que vêm à minha mente, **algo voltado mais para aperfeiçoamento ou melhorar a capacidade de uma determinada característica. Tudo isso no contexto do genoma. Então... isso pode reverberar futuramente em organismos para determinada área de estudo [...] organismos modificados [...] por exemplo, tem os produtos transgênicos.** Eu não sei se isso vai se enquadrar, mas... dos alimentos que consumimos... hoje a maioria são transgênicos [...] **a questão do alimento, muito mais durável numa plantação, porque existem pragas, e as pragas, elas acabam destruindo os alimentos. E você cria esse aperfeiçoamento dos genes, modificando o gene de determinado vegetal para fornecer muito mais produtividade e capacidade dele se manter... no âmbito da plantação.** Já é um fator que hoje em dia já é muito utilizado. Aí tem essa ideia de/ de melhoramento para aumentar a capacidade, o aperfeiçoamento* (Paulo).

Contudo, quando o tipo de vida foi indicado como humana, vários deles demonstraram certo receio, dúvida ou preocupação em suas expressões faciais (recuperadas com os registros do diário de campo), havendo, em alguns casos, um breve silêncio antes do início das falas. Com exceção da percepção de uma licencianda, que logo de início expressou forte preocupação, reagindo com uma entonação enfática: “*Eu acho PERIGOSÍSSIMO*” (Alice). Um dos

licenciandos recordou ter ouvido falar sobre essas possibilidades em seres humanos durante a aula de Genética na graduação:

“[...] é aquela questão da/ da ovelha Dolly que sempre é usada como exemplo e tudo mais, mas... que até o professor, se eu não me engano foi o professor X, na disciplina de Genética, falou que surgiu uma matéria e que as pessoas agora estavam podendo éh:: meio que montar [criar] o ser humano que elas queriam ter como filho e tudo mais. Eu já ouvi falar um pouquinho [...] [melhoramento genético] é mais a questão de doenças, acho que tentar entender para prever, entre aspas, alguma patologia futura” (Luís).

De modo geral, houve uma polarização de opiniões, em que alguns licenciandos perceberam a possibilidade de edição do material genético como algo perigoso, controverso, portanto algo que não deveríamos fazer ou que deveríamos ter certa cautela ao realizar, ou ainda visto como algo benéfico em situações específicas, como para a solução e o tratamento de diversas doenças, evidenciando a percepção das soluções e promessas. Desse modo, foi perceptível que a aceitação dessa prática depende da situação (contexto) em que ela é realizada, como podemos observar em fragmentos discursivos desses licenciandos. Vejamos alguns casos em que essas diferentes percepções contrastam.

A respeito da possibilidade de manipulação do material genético de uma pessoa, a licencianda Joana demonstra preocupações. Em suas palavras: *“O ser humano, quando tem algo em mãos, ele quer o seu bem próprio. Só que para isso tem umas implicações. Para mexer naquilo, você está mexendo com a vida de pessoas”*. Além disso, seus enunciados discursivos nos indicam uma percepção de riscos, uma vez que a realização de uma manipulação genética não gera garantias de que o problema se resolva, sugerindo ainda que algo na busca por solucionar um problema ligado aos genes possa gerar novos problemas no futuro. Em seu enunciado: *“Vai dar outras reações. E com isso pode, digamos assim... transformar uma coisa positiva em mais problemas lá na frente”* (Joana). Os riscos percebidos pela licencianda estão relacionados a essas alterações genéticas poderem gerar algum problema futuro, particularmente relacionado à saúde; essa percepção sugere uma possível ruptura com uma visão ingênua e determinista dos genes.

Cabe mencionar que a discussão sobre os discursos que se aproximam de um determinismo genético, bem como aspectos mais específicos das categorias de análise, serão abordados com maior detalhe em outra seção. Neste momento, buscamos traçar um panorama das principais discussões e percepções iniciais sobre o tema, destacando os momentos de tensão e conflito e pontuando aspectos que serão aprofundados posteriormente e permitem compreender os modos diversos de perceber dilemas, conflitos, promessas e soluções advindos do mundo científico-tecnológico.

A licencianda Helena, por sua vez, não demonstra percepção dos riscos mais comuns entre os licenciandos – como as implicações para a saúde ou eugênicas, que serão discutidas mais adiante –, mas expressa o receio de que, nesse processo de alterações genéticas, a essência do ser humano seja alterada, acrescida ou mesmo perdida, conforme pode ser observado em seus fragmentos discursivos. Além disso, suas considerações morais se aproximam de uma perspectiva ética deontológica. Entre as suas principais preocupações estão a essência da natureza humana e o princípio do livre-arbítrio. Ainda sobre seu discurso, ela recorre a uma metáfora na qual a vida humana é considerada como sendo um livro que, quando editado, já não será mais o mesmo e nem do mesmo autor. Em seus enunciados, salienta que a essência da vida humana está relacionada a uma dádiva divina, logo o ser humano não deveria “*modificar o que Deus criou*” (Helena) e, se o fizer, não seria perfeito como o realizado pelo “Criador”. Em um momento da sua fala, toma como exemplo o caso do primeiro mamífero clonado na história da ciência, a ovelha Dolly, que não conseguiu sobreviver por muito tempo. Indica como consequência desse fato a ausência de algo, o que poderia ser a essência da vida. Seu discurso nos indica uma consideração moral atravessada por elementos ligados à dimensão de uma moralidade influenciada por aspectos religiosos e por princípios como liberdade de escolha, em seus termos, “*livre-arbítrio*”. Além disso, apresenta uma perspectiva naturalista conservadorista, preocupando-se com a essência da natureza humana, como podemos observar nos seguintes enunciados:

“Eu acho que tudo o que o homem pode imitar de um ser humano... Ele pode fazer. Exceto uma coisa... Ele só não pode dar a vida. Nenhum homem consegue dar a vida... A outro homem. Porque a vida, para mim... foi só cuidada por uma pessoa” (Helena).

*“Quando o homem tenta formar uma coisa que não foi ele que fez... Eu acho que não vai sair perfeitamente. Não vai sair perfeito. **Perfeito só faz quem fez o primeiro [Deus]**”* (Helena).

“Mas eu acho, assim, que chegar a criar o ser humano, a mexer, não vai sair perfeito. [...] teve o caso da ovelha Dolly. Não foi isso? Não deu certo. Ela viveu ainda, se eu não me engano, algum tempo. Mas não deu certo. Por quê? Foram homens muito inteligentes que fizeram aquilo. Mas alguma coisa faltou. Algum fio estava descascado, não há modo de explicar. Algum caminho não foi preenchido. Às vezes pode ter até faltado um barro, né? Na lei antiga, na Bíblia diz que nós somos feitos do barro, às vezes até foi porque ela não foi feita do barro [metaforicamente falando]” (Helena).

Além disso, a licencianda argumenta de modo não favorável à possibilidade de manipular e “mexer” no ser humano, ao passo que acredita ser possível “aperfeiçoar o homem” (Helena). Aqui, é interessante mencionar e esclarecer que a licencianda entende o aperfeiçoar como melhorar e ajudar o ser humano, não percebendo problemas morais nessa prática, pois a percebe como algo que poderá ajudar e não como uma manipulação com finalidades de seleção ou alteração de características específicas. Isso pode ser resultado do fato de o termo “melhoramento” indicar um sentido positivo com caráter reparador de “melhorar”, contribuir positivamente com o que já se tem, diferentemente do termo “manipular” ou “modificar”, que pode soar com um tom mais negativo, uma vez que pode indicar alterações não positivas e o surgimento de características que inicialmente não existiam. Esse aspecto pode ser verificado no discurso de outros licenciandos, como no exemplo a seguir: *“Entre melhoramento e manipulação, eu vejo uma diferença, certo? Manipulado dá um teor mais éh:: fora da lei, entre aspas, a questão do melhoramento já traz, dá um... sugere um tom de que é algo do bem [...] é uma coisa mais éh:: benéfica para a humanidade e tudo mais”* (Luís). Mas, fazendo uso do questionamento de Sandel (2021a, p. 49), “Como podemos distinguir as mudanças que melhoram daquelas que corrompem?”. Parece não ser uma questão tão simples de responder, mas algo a se considerar quando tratamos da QSC envolvendo a edição genética em seres humanos.

De modo contrastante à perspectiva moral de alguns licenciandos que evidenciam logo de imediato possíveis implicações éticas e morais, o licenciando Gabriel apresenta uma visão positivista e até certo ponto salvacionista da ciência, considerando o seu avanço como positivo e diretamente relacionado a nossa evolução, percebendo como principal problema esse conhecimento não ser difundido largamente na grande mídia para que as pessoas, em geral, possam ter acesso. Sua única objeção a ela diz respeito ao não acesso igualitário por todas as pessoas aos produtos da ciência e da tecnologia. Desse modo, o licenciando percebe essa possibilidade de manipular geneticamente uma pessoa como algo positivo, a partir da percepção das soluções e promessas da tecnociência. Em sua fala e sua expressão facial, é perceptível o

entusiasmo com o avanço da genética e da biotecnologia, expressando a felicidade em relação ao avanço da ciência, algo que considera benéfico para as pessoas. Ainda assim, destaca e percebe a existência de implicações, sendo elas relacionadas às possíveis consequências futuras de qualquer alteração genética, o que pode indicar mais uma percepção de riscos em relação a possíveis problemas futuros de saúde do que, especificamente, implicações morais em dimensões sociais e políticas do uso da técnica. Além disso, no sentido contrário do que observamos no discurso de Helena, Gabriel salienta que os avanços da ciência, que seriam benéficos para as pessoas, não têm avançado como deveriam devido à religião, conforme podemos observar nos seguintes enunciados:

“[...] eu me sinto, de certa forma, feliz pela evolução. [...] como uma forma de evolução na ciência para o benefício das pessoas. Mas, obviamente, tem as questões éticas, né? [...] mas... como eu vi em uma certa matéria, tem implicações. [...] Eu li essa matéria e percebi que qualquer alteração genética pode implicar em consequências futuras” (Gabriel).

“[...] eu tenho uma preocupação que isso possa acarretar uma nova doença e uma nova... em mutações, né, que prejudiquem as pessoas letalmente, ou seja, até o futuro da humanidade de certa forma. Então... tem uma leve preocupação com isso, mas eu acredito que, no momento, a gente está sob controle” (Gabriel).

“[...] eu acho que muitas coisas que poderiam ser feitas não estão sendo feitas por questões da igreja, por questões religiosas, né? E apenas que sejam feitas para melhorar a vida das pessoas. [...] em relação à utilidade de animais, né?! Eu tenho uma questão ligada à ovelha Dolly, se não me engano, eu vi muitas discussões religiosas sobre isso, né? Eu acho que, de certa forma, não é algo que está fora do controle. Não é algo que atinge as pessoas, né? E, sobre essas doenças, eu acredito que sim, que... se for necessário, em prol das pessoas, pode-se fazer, sim, testes, avaliações em relação a como esses resultados se deram nas pessoas [...]” (Gabriel).

Como vimos nos fragmentos discursivos de Helena, apresentados anteriormente, sua consideração de que a ciência e a religião andam juntas embasa suas considerações morais. Em seus enunciados, ela afirma: *“não entrei em Biologia, num mundo científico, para desacreditar de Deus. Eu entrei para juntar. A biologia... A ciência... A minha crença... Porque elas duas se unem. A ciência é complemento da Bíblia para mim”* (Helena). Por seu turno, Gabriel tende a impor limites entre a ciência e a religião, isso por considerar que a religião impõe controle que pode afetar o avanço da ciência, como é possível observar em seus enunciados: *“Como elas [pessoas] vão crer nas suas crenças, eu acho que, de certa forma, a religião, ela impõe esse controle [...] E, caso fizermos alguma alteração, estamos alterando a... Estamos alterando*

aquilo que já foi feito por uma criação, né? Estamos alterando algo que é simbólico à religião. [...] Uma coisa é a religião, outra coisa é a genética. Então são coisas que deveriam andar separadas” (Gabriel). Desse modo, percebemos que aspectos morais orientados pela dimensão religiosa e valorativa interferem nas percepções sobre o fenômeno. Assim, alguns licenciandos podem perceber de imediato, ou ao longo do diálogo, conflitos, contradições e dilemas morais relacionados ao avanço da genômica e da biotecnologia, como as possibilidades de edição genética em humanos, como também outros licenciandos podem não perceber facilmente conflitos, contradições e dilemas morais relacionados a esses avanços.

Em seus enunciados e ao longo da entrevista, Gabriel demonstra uma defesa constante do avanço científico. Ele ressalta a importância de progredir na ciência, exemplificando com a busca por curar doenças hereditárias. O licenciando enfatiza consistentemente o papel positivo do progresso científico em nossas vidas, como pode ser evidenciado em seu discurso: *“[...] tenho uma visão positiva relacionada a isso. Não tenho nada contra esses avanços e testes, né?”* (Gabriel). Quanto a possíveis preocupações, Gabriel manifesta inquietação quanto ao acesso aos avanços científicos, enfatizando a importância da acessibilidade social e defendendo que todas as pessoas tenham acesso às inovações da ciência e da tecnologia. De maneira geral, seu discurso revela uma visão positivista e salvacionista da ciência, combinada com uma perspectiva ética utilitarista, na medida em que ele avalia as possibilidades a partir das suas possíveis consequências benéficas para a sociedade. No entanto, ele ressalva seu posicionamento favorável a esses avanços sob a condição do acesso igualitário para toda a sociedade, evidenciando a relevância da acessibilidade social em suas considerações. Ao defender o acesso aos advenços do mundo científico-tecnológico, Gabriel também revela uma perspectiva moral a partir de princípios como justiça e direito de acesso, demonstrando que seu posicionamento ético se baseia simultaneamente em uma visão consequentialista (como o utilitarismo) e em uma perspectiva deontológica a partir de princípios como os mencionados. Em suas palavras: *“Eu gosto da ideia da gente estar avançando porque **isso significa que a gente pode consertar problemas ligados às doenças hereditárias, né? [...] Eu considero isso positivo. No caso, desde que todos possam ter acesso a... [esses avanços]**”* (Gabriel).

Nos fragmentos discursivos de alguns licenciandos, como a licencianda Bianca, ficou evidente a percepção de conflitos e dilemas relacionados ao tema, especialmente no que tange a problemáticas sociais e políticas, como as questões raciais. Para ela, os avanços tecnocientíficos no campo da genômica são problemáticos, pois a edição e a manipulação do

material genético podem suscitar questões, como a possibilidade de se selecionar determinadas características fenotípicas, conforme demonstrado ao longo de sua entrevista.

Assim, percebemos que a forma como a licencianda Bianca concebe a manipulação genética em seres humanos difere da perspectiva de outros licenciandos, como, por exemplo, Gabriel e Helena, aproximando-se, em certa medida, da visão de Alice, conforme veremos mais adiante. Ambas demonstram preocupação com a possibilidade de seleção de características específicas e com a busca por um padrão de ser humano a partir de traços fenotípicos, os quais podem contribuir para o fortalecimento de preconceitos contra aqueles que divergem. Nesse sentido, a partir dos discursos da licencianda Bianca, analisaremos em que medida suas percepções se assemelham ou se diferenciam das demais. Verificamos, inclusive, a preocupação com a escolha de características fenotípicas na determinação, pelos pais, dos traços que os filhos devem apresentar:

“[...] quando você tem essa possibilidade de fazer essa edição ou manipulação, assim, falando, você começa um processo de hierarquia. [...] vem aqui na minha cabeça logo esse processo de você categorizar ou criar uma hierarquia sobre o que você vai escolher para fazer essa edição. Porque, por exemplo [...] no caso de pais, se eu pudesse escolher as características do meu filho, por exemplo, aí as pessoas colocarem, ah, como seria melhor ele vir branco, olhos claros, a gente sabe que algumas características, elas têm, em certo modo, uma supremacia sobre outras, óbvio, né? [...] é uma questão muito complicada. O quão problemático pode ser dimensionar essa possibilidade das pessoas terem um acesso, assim... direto a essa questão de editar, manipular, de fazer algumas escolhas e sobre como elas destacariam, de certa forma, algumas características” (Bianca).

O discurso de Bianca nos revela preocupações com questões sociais e étnico-raciais que se aproximam das inquietações relativas ao uso de técnicas de edição genética para o melhoramento da espécie – ou seja, preocupações com fins eugênicos –, conforme evidenciado ao longo de sua entrevista. Tais preocupações também são amplamente discutidas na literatura (Leite, 2006, 2007; Bento, 2008; Coelho, 2012; Habermas, 2010; Furtado, 2019; Sandel, 2021a). Dessa forma, seu discurso apresenta indícios de sensibilidade moral ao identificar as questões éticas e morais envolvidas na possibilidade de manipulação do DNA humano.

A licencianda Alice demonstra, em seu discurso, um olhar equilibrado sobre as possibilidades da manipulação genética em seres humanos, considerando tanto os potenciais perigos quanto os benefícios. Contudo, ao refletir sobre a possibilidade de pais projetarem seus filhos, ela a considera extremamente arriscada, conforme evidenciado em sua fala:

*“Eu acho **PERIGOSÍSSIMO** [...] eu vi, não sei aonde, **que mulheres estavam meio que programando o gene do seu filho**, por exemplo... Eu quero engravidar, mas eu quero o meu filho desse jeito. Isso é uma forma de acomodação, porque você está fazendo uma pessoa do jeito que você quer, né? [...] **Então... você vai ter um filho meio que projetado. Não vai ser aquela pessoa que você vai ter aquela surpresa de ter o filho, de olhar a criança e tal** [...] Então, eu acho perigoso, mas, ao mesmo tempo, pode ser uma grande chave para descoberta de... por exemplo, **cura de algumas doenças que não podem ter cura, né?** [...] Ao mesmo tempo que é um pouco perigoso, é um pouco benéfico também”* (Alice).

Desse modo, apesar de expressar preocupações quanto ao uso da técnica para projetar crianças a partir de escolhas feitas pelos pais e promovidas pela edição genética, Alice reconhece o potencial desse avanço para aplicações na área da saúde, como exemplifica ao mencionar a cura de doenças até então incuráveis. Seu discurso também apresenta indícios de sensibilidade moral ao identificar as implicações éticas e morais envolvidas na manipulação do material genético humano. Embora reconheça os benefícios dos avanços científico-tecnológicos, não adota uma visão positivista da ciência, como no caso do licenciando Gabriel, mas sim uma perspectiva mais equilibrada da ciência e da tecnologia. Assim, observamos que as licenciandas identificam implicações, cada uma à sua maneira, evidenciando controvérsias e dilemas específicos decorrentes dessas possibilidades biotecnológicas.

Em fragmento discursivo enunciado pelo licenciando Gabriel, é evidenciada a importância atribuída ao avanço da ciência, principalmente em relação às possibilidades de aplicação na área da saúde, conforme este trecho: “[...] *Eu gosto da ideia da gente estar avançando porque isso significa que a gente pode consertar [corrigir] problemas ligados às doenças hereditárias, né?! [...] **Eu considero isso positivo. No caso, desde que todos possam ter acesso a [esses avanços] ...** [...]”* (Gabriel). Contudo, embora o licenciando afirme considerar os avanços científicos e tecnológicos positivos, ele estabelece – e retoma ao longo do seu discurso – a condição de que tais avanços só serão benéficos se todas as pessoas tiverem acesso a eles. Desse modo, ele apresenta um posicionamento favorável, fundamentado em uma perspectiva ética deontológica, ao condicionar (impondo uma condição de refutação à sua alegação) sua defesa à garantia de acesso universal – como indicado pela expressão “*desde que todos possam ter acesso*”. Ainda assim, ele percebe a possibilidade biotecnológica a partir das promessas e soluções apresentadas, embora também ressalte possíveis contradições, como o fato de que tais benefícios podem não atingir todos os que deles necessitam. Conforme

mencionado, esse enunciado evidencia aspectos de consideração moral voltados à acessibilidade social, bem como princípios de igualdade e justiça.

Sobre esse último aspecto, Sandel (2021b, p. 28) destaca três abordagens de justiça, e cada uma delas sugere uma forma distinta de pensar a respeito de justiça. Essa discussão, de acordo com o filósofo, reflete um desacordo a respeito do que se considera “[...] maximizar o bem-estar, respeitar a liberdade ou cultivar a virtude”. A primeira delas diz respeito à ideia de maximizar o bem-estar e está relacionada ao utilitarismo, o qual pressupõe que devemos procurar promover a máxima felicidade para o maior número de pessoas. A segunda delas consiste na abordagem de justiça que se inicia pela liberdade, ou seja, pressupõe respeitar a liberdade, conforme esclarece o autor: “De acordo com seu ponto de vista, a justiça requer diretrizes que corrijam as desvantagens sociais econômicas e que deem a todos oportunidades justas de sucesso” (Sandel, 2021b, p. 29). Na terceira e última delas, a justiça é intimamente associada à virtude e a uma boa vida. Segundo argumenta,

Na política contemporânea, teorias baseadas na virtude são frequentemente identificadas com os conservadores culturais e a direita religiosa. A ideia de legislar sobre a moralidade é um anátema para muitos cidadãos de sociedades liberais, visto que oferece o risco de derivar para a intolerância e a coerção. Mas a noção de que uma sociedade justa afirma certas virtudes e concepções do que seja uma vida boa vem inspirando movimentos políticos e discussões que atravessam o espectro ideológico. Não apenas o Talibã, mas também os abolicionistas e Martin Luther King baseiam suas visões de justiça em ideais morais e religiosos (Sandel, 2021b, p. 29).

Assim, percebemos que os aspectos que envolvem justiça estão intimamente relacionados com a concepção de justiça adotada, bem como se ela está relacionada a considerações morais, seja em dimensões religiosas ou não. Ainda no que se refere a esses aspectos de acessibilidade social, igualdade e justiça, evidenciados no discurso de Gabriel, consideramos interessante refletir sobre o caráter de acessibilidade da ciência e seus artefatos. Além disso, a partir da análise de sua entrevista, percebemos que suas considerações morais tendem a variar entre duas perspectivas éticas: a utilitarista e a deontológica. Dessa forma, sua concepção de justiça está relacionada a essas duas vertentes: a primeira, baseada na reflexão sobre as consequências benéficas das técnicas de edição genética, uma vez que pensa nas pessoas que precisam e irão se beneficiar com possíveis tratamentos, e a segunda, que preza pelo direito e pela garantia de oportunidades justas de acesso.

Nesse sentido, Mário Sérgio Cortella, em entrevista¹⁷, adverte sobre o caráter de qualidade da ciência, afirmando que qualidade se manifesta quando todas as pessoas têm acesso. Se o acesso for restrito a poucos, trata-se, na verdade, de privilégio. O filósofo ainda questiona: “A ciência se inclina a ser uma instituição justa?”. Essa provocação se alinha às discussões de Carvalho e Orquiza-de-Carvalho (2020), que, ao refletirem sobre a compreensão pública da ciência a partir da ideia de uma inteligência pública (Stengers, 2018), destacam a lacuna entre o que os cientistas afirmam estar fazendo, o que de fato fazem e o que poderiam fazer. Em suas palavras,

Nessa perspectiva é que se coloca a questão da compreensão pública da ciência (MILLER, 2004), ou, como conceitua Stengers (2018), inteligência pública em ciências, como um desafio de explorarmos as distâncias existentes entre o que o cientista diz estar fazendo, o que efetivamente faz e o que poderia fazer. De fato, o cientista aprendeu que o melhor lugar para estar hoje, quando se apresenta publicamente, é o de alguém que fala em nome da chamada ciência acadêmica (ZIMAN, 1996), o que significa responder a valores, como autonomia, interesse público e ética responsável. No entanto, a questão da compreensão pública da ciência, que, realmente, acontece, coloca-o em outro lugar, e daí exige esclarecimentos sobre as velhas questões, que não sabe dar (Carvalho; Orquiza-de-Carvalho, 2020, p. 03).

Os autores ainda argumentam que a credibilidade nas instituições científicas depende fortemente do fato de a população não estar sendo educada para questionar e compreender os diversos processos e interesses envolvidos na produção do conhecimento científico. Desse modo, advertem sobre a responsabilidade dos pesquisadores na área da Educação Científica de promover o entendimento, por parte da população, das relações de vínculo existentes entre ciência, produção tecnológica e desenvolvimento econômico, bem como do aumento dos riscos socioambientais. Sugerem, assim, a necessidade de refletir sobre a ideia socialmente compartilhada de que a ciência produz conhecimento predominantemente voltado ao interesse público. Acrescentamos a essas reflexões o aspecto levantado pelo licenciando Gabriel: o acesso a esses conhecimentos pela sociedade em geral.

Disso, concluímos que o fenômeno do abalo da credibilidade científica, que acabou se configurando como um problema complexo de compreensão da e sobre ciência, encontra, agora, um momento fecundo para refletirmos sobre a desestabilização da ideia, historicamente cristalizada, de que a ciência produz

¹⁷ Fala de Mário Sérgio Cortella extraída do vídeo “Ética e bioética nos dias hoje/ Mario Sergio Cortella e Paulo Saldiva”, disponível em “Café Filosófico CPFL” (canal do *YouTube*).

conhecimento, predominantemente, com vistas ao interesse público (Carvalho; Orquiza-de-Carvalho, 2020, p. 3).

Outro aspecto que merece nossa atenção diz respeito à opção de realizar modificações nos próprios genes. Dessa forma, quando questionadas sobre essa possibilidade, as licenciandas Bianca e Helena afirmaram que não o fariam; em contraste, o licenciando Gabriel e as licenciandas Joana e Alice afirmaram que o fariam. Conforme veremos, embora alguns desses licenciandos compartilhem posições semelhantes, os motivos que sustentam tais posições são diferentes.

Vejamos as duas licenciandas que afirmaram que não modificariam seus genes. A licencianda Bianca não demonstra interesse em alterar os próprios genes e ainda afirma se posicionar favoravelmente em relação à manipulação genética humana quando vinculada à saúde, mas se opõe a tais intervenções quando se referem a características estéticas (fenotípicas). Assim, embora afirme que não realizaria nenhum tipo de manipulação ou aprimoramento genético em si, alega que não haveria problema em outra pessoa fazê-lo, desde que a intervenção seja motivada por questões de saúde.

De modo semelhante, a licencianda Helena afirma que não mudaria seus genes em nenhuma situação. Contudo, sua justificativa é que tal alteração implicaria modificar sua própria história, no sentido de afetar a sua essência. Conforme vimos, ela apresenta uma perspectiva ética deontológica, fundamentada em princípios como o livre-arbítrio, motivada por seus valores e suas convicções religiosas. Por esse motivo, alterar seu DNA equivaleria a negar ou contrariar seus preceitos e suas considerações religiosas. Vale destacar que ela demonstra certo ceticismo quanto à capacidade dos cientistas de manipular a vida humana – especialmente no que se refere à criação de um ser humano –, pois isso poderia levar à possibilidade de alcançar limites impensáveis, como exemplifica com a “imortalidade”. Porém, Helena afirma que, se isso algum dia se tornar possível, será devido às capacidades concedidas por um criador (Deus).

Entre os licenciandos que manifestaram interesse em modificar seus genes, a licencianda Joana inicialmente afirmou que não teria interesse em fazê-lo, visto que essa modificação poderia gerar problemas piores do que os já existentes. Entretanto, quando foi novamente questionada se, em alguma situação, ela modificaria seus genes, apresentou uma postura contraditória, assumindo que, se pudesse, o faria. Ela destaca o desejo de ser perfeita, embora reconheça que essa busca é problemática, pois relaciona “perfeição” diretamente à saúde e à qualidade de vida. Ainda assim, esse tipo de afirmação pode gerar desconforto ou preocupação

moral. Vejamos seu discurso: “*Se fosse... [possível], eu queria ser PERFEITA. Mas sempre tem esse negócio de buscar a perfeição... tem problemas*” (Joana). Sua fala parece conter uma reação emocional, a partir de uma consideração moral atravessada por aspectos vinculados a desejos e emoções individuais. Em relação à alegação de Gabriel, o licenciando afirma que, se pudesse modificar seus genes em decorrência de uma doença, faria a modificação, justificando sua posição com base nas afirmações já discutidas. Portanto, o discurso de Gabriel revela uma visão salvacionista atribuída à ciência e à tecnologia, aparentando exercer forte influência sobre seu posicionamento e seu julgamento moral em relação à QSC debatida.

Por sua vez, a licencianda Alice demonstra interesse em alterar seu material genético, motivada por *experiências pessoais*, a partir de uma consideração moral ligada à emoção. Essa alteração seria realizada apenas para eliminar toda a herança genética do pai, uma vez que ele não esteve presente em sua vida, conforme podemos observar em seu discurso: “[...] **vou ser sincera!** [...] Então... **eu acho que eu tiraria todo o gene do meu pai, se fosse possível. Ficaria só mãe, entendeu? Ia ser x, x, x, x, x, x. O y dele ia estar para lá** [no sentido de não estar presente do seu material genético]. Então, eu acho que eu tiraria, sim, ficaria só mãe” (Alice). Ao ser questionada sobre os motivos que a levariam a adotar tal posição, a licencianda explica: “[...] **Porque, como meu pai não foi presente na minha vida, então eu tenho aquele pensamento... Se ele não foi presente na minha vida, não tem por que ele estar presente, né? Nos meus genes... fazendo parte aqui. Mas, graças a Deus, Jesus me mandou assim, do jeitinho da minha mãe. NADA do meu pai**” (Alice). Contudo, de modo geral, ela afirma não ver necessidade ou demonstrar interesse em modificar seus genes em nenhuma outra situação, já que é uma pessoa saudável e não percebe tal necessidade. Aqui podemos observar como as emoções decorrentes de experiências vividas – muitas vezes negativas ou traumáticas – interferem e influenciam nossas decisões. Essas evidências reforçam a ideia de que há outros aspectos, para além do domínio moral, que influenciam o processo de julgamento e a tomada de decisões, tais como reações emocionais, experiências de vida e crenças diversas (Zeidler; Keefer, 2003; Sadler, 2004b; Sadler; Zeidler, 2004; Haidt, 2020).

Ainda nessa **Temática**, buscamos sintetizar os principais fragmentos de alguns licenciandos acerca da possibilidade de melhoramento genético humano por meio da manipulação genética. Assim, durante os diálogos individuais, quando questionados sobre essa possibilidade, surgiram polarizações e diferentes percepções e posicionamentos. Alguns licenciandos demonstraram incertezas ou dúvidas sobre o que implicaria esse melhoramento, expressando preocupações quanto à possibilidade, como se evidencia nos seguintes fragmentos

discursivos: “[...] **que melhoramento seria esse? É deixar a pessoa maior, menor, entendeu? E ajustar seu corpo para o ambiente, um exemplo, e melhorar o ser humano para aguentar qualquer temperatura... por exemplo, se eu tô no frio, tô legal, se eu tô no calor, tá legal também. Isso se torna um pouco perigoso**” (Alice); e “**O que seria esse melhoramento? [...]** Como eu sei que tem alguns grupos que eles possuem um certo poder, então a questão de melhorar, eu acho que pode ser que caísse em uma problemática” (Bianca). A partir dos discursos da licencianda Bianca ao longo do diálogo, essa promessa de melhoramento parece encobrir uma problemática relacionada a questões sociais e étnico-raciais: “**Porque aí, novamente, eu voltaria a falar que alguns grupos [sociais e étnicos] que eram inferiores, eles iam acabar ficando ainda mais inferiores, e outros ficariam ainda mais fortes. Então, tipo... melhorar, eu acho que tem uma problemática aí ligada a isso**” (Bianca). Enquanto isso, outros manifestaram certo incômodo com a ideia, como se evidencia no fragmento discursivo do diálogo com a licencianda Alice:

*“Ah:: **é perigoso também... um pouco. Pesquisadora:** Perigoso também? **Alice: Sim, COM CERTEZA.** Porque imagine o ser humano, do jeito que é, já faz o que faz, imagina se fosse melhor. **Imagine a pessoa... por exemplo... que fez a bomba atômica, um exemplo. Claro que, no sentido dele que fez a bomba atômica, porque ele não pensou na imensidão, né? Mas vamos pensar assim: uma pessoa dessa com a inteligência maior que aquela, o que poderia acontecer, né? A destruição que poderia acontecer. Então... eu acho realmente... MUITO PERIGOSO**” (Alice).*

Em seu discurso, a licencianda inicialmente indica considerar a questão perigosa, embora de forma mais tímida. Contudo, quando incentivada a se colocar na situação e explicar suas considerações, ela destaca com maior ênfase e em tom de certeza se tratar de algo muito perigoso. Para ilustrar, utiliza como exemplo a capacidade da natureza humana de alterar o mundo, referindo-se ao físico americano Robert Oppenheimer, considerado o “pai da bomba atômica” por sua participação no Projeto Manhattan, empreendimento responsável pela criação das primeiras armas nucleares. Ao usar Oppenheimer como exemplo, ela questiona o que uma pessoa com uma “*inteligência maior*” que a dele poderia fazer no mundo, afirmando que isso levaria à destruição, em suas palavras: “*a destruição que poderia acontecer*”. Cabe destacar a influência da cultura popular em seu discurso, a partir das produções midiáticas, como filmes e séries, que também permeiam as considerações morais de vários licenciandos. Isso porque, quando iniciamos a etapa de entrevistas, o filme *Oppenheimer* estava em cartaz nos cinemas, e ela, conforme seu relato, assim como outros licenciandos, havia assistido recentemente. Dessa

forma, verificamos o impacto das notícias da mídia e das produções audiovisuais atravessando o seu discurso e a constituição de suas percepções.

Quanto aos discursos de Bianca e Alice, nota-se que suas considerações morais se fundamentam a partir da percepção de possíveis implicações, evidenciando conflitos e controvérsias morais e sociais, o que pode ser interpretado como um forte indicativo de sensibilidade moral. Por outro lado, outros licenciandos não identificaram, de imediato ou ao longo do diálogo, qualquer implicação moral no melhoramento genético humano, percebendo-o inicialmente como algo positivo, conforme enunciam: *“eu acho que realmente é uma boa ideia”* (Gabriel); *“Eu acho que seria legal mesmo. Você ajudar os outros que tenham propensão a algum problema... Que aquilo não seja mais problema [no sentido de condição de ausência de saúde]. E causar, pode ser assim, um bem maior para todos. [...]”* (Joana).

Essas percepções parecem indicar que os licenciandos possuem uma visão positiva do “melhoramento genético humano”, possivelmente devido à conotação inicialmente benéfica atribuída ao termo “melhoramento”, bem como às influências de retóricas e discursos deterministas presentes em livros didáticos, jornais e na mídia em geral, sobretudo em relação aos avanços da genômica e da biotecnologia, como o sequenciamento do genoma humano divulgado nas campanhas de defesa do Projeto Genoma Humano. Além disso, a falta de percepção ou consideração de aspectos éticos e conflitantes pode ser indicativa de insensibilidade moral, ao passo que, ao aprofundarem suas justificativas e reconhecerem alguns possíveis problemas – ou mesmo ao não o fazerem, mantendo uma postura favorável –, pode-se identificar uma condição de cegueira moral. Vejamos os seguintes fragmentos discursivos:

“É porque tudo que você manipula pode causar mais na frente [futuro] algum problema. Eu sempre penso assim. Não está tudo 100% perfeito. Em algum momento aquilo ali pode se transformar em uma bola de neve, em um problema maior. E mexer com o ser humano, esse tipo de coisa, não é uma coisa muito legal [ênfatisa a palavra “legal” com uma certa tensão que demonstra dúvida e preocupação], né? Mesmo que seja com consentimento. Você está usando outra pessoa como experiência. Nem que seja você mesma. Então, fica naquele negócio, depende muito do seu objetivo que você quer alcançar” (Joana).

“É, eu acho que realmente é uma boa ideia. Mas, quando a gente fala de aperfeiçoar, a gente, fora do campo de doenças, essas coisas, a gente tá mais ligado ao poder aquisitivo dessas pessoas, né? Aí:: vai entrar uma disparidade social. Então... quem pode pagar pode, quem não pode pagar não pode. Isso pode levar a uma discrepância, né? De certa forma social de características, né? Tal pessoa pode fazer aquilo e vai melhorar, tal pessoa pode fazer isso e outra pessoa vai melhorar” (Gabriel).

Joana, em seu discurso, além de apresentar os elementos já mencionados, reflete sobre as possíveis implicações de qualquer manipulação no futuro, demonstrando uma clara percepção de riscos. Ela alerta, ainda, para a incoerência, em sua visão, de que, mesmo havendo consentimento ou se a manipulação for realizada no próprio indivíduo, isso violaria a condição de vida da pessoa, tratando-a como um “experimento”. Contudo, embora levante tais questionamentos de ordem moral, ela deixa a decisão em aberto, a critério das intenções e dos objetivos que a pessoa tenha em mente; por essa razão, esse fragmento do discurso da licencianda tende a indicar um possível conformismo moral.

Enquanto isso, por outro lado, o licenciando Gabriel concentra suas preocupações nas condições de acesso a essas técnicas de edição genética. Ele evidencia que considerar o aperfeiçoamento humano fora do contexto das doenças está estreitamente relacionado ao “*poder aquisitivo*”, ou seja, às condições econômicas das pessoas para terem acesso a essas tecnologias. Além disso, ele percebe contradições derivadas dessas promessas de melhoramento genético ao argumentar que o acesso desigual geraria uma “*disparidade social*” – como acentua tanto em termos de oportunidades quanto de características, já que indivíduos com melhores condições financeiras poderiam usufruir desses avanços, enquanto outros não. Tais preocupações, assim como outras evidenciadas nos discursos de outros licenciandos, são legítimas e apontam para as contradições do capital (Harvey, 2016) e suas influências no acesso aos artefatos e produtos do campo científico e tecnológico, os quais são tratados como mercadorias, desconectados de uma função social e do acesso público igualitário. Logo, essas práticas frequentemente se mostram desvinculadas das intenções de beneficiar a sociedade e desconsideram a responsabilidade social da ciência e da tecnologia.

Essas tensões se acentuam ao longo do diálogo à medida que as discussões e situações se desenvolvem. Vejamos um fragmento do discurso de Alice no qual ela expressa sua preocupação com a possibilidade de melhoramento genético:

Alice: Então... eu acho realmente... MUITO PERIGOSO. **Pesquisadora:** E tem alguma preocupação específica que você veria no uso dessa técnica? **Alice:** Específica? Assim... no momento eu não consigo pensar em nada, mas tipo... se caso der errado/ porque tudo é um processo de testes, né? Tudo vai testando, a gente vai, testa, testa, testa, aí vai um melhoramento humano, só que não dá certo. Pode ocasionar, por exemplo, problemas mentais, um exemplo, físicos também, porque... **Que melhoramento seria esse? É deixar a pessoa maior, menor, entendeu? E ajustar seu corpo para o ambiente, um exemplo, e melhorar o ser humano para aguentar qualquer temperatura... por exemplo, se eu tô no frio, tô legal, se eu tô no calor, tá legal também. Isso se torna um pouco perigoso [...]** Então, imagine o ser humano que é capaz de ir para todo lugar e ficar bem em todo

lugar, o que poderia acontecer? Então... eu acho assim, né? E também... a gente tá falando do ser humano, eu não sei se isso acontece com crianças para irem crescendo ou se são já em adultos, mas como nasceriam essas crianças, entendeu? Provenientes de pessoas que já foram testadas [modificadas geneticamente], então é uma preocupação, sim [...] Éh:: como seriam essas crianças? Que características elas iriam herdar? Ou então, que mutação essas crianças iriam poder ter, né? Porque é bem capaz/ Tem isso também (Alice).

Em seu discurso, além dos elementos já discutidos, evidenciamos preocupações com o futuro da espécie humana – algo também expresso no discurso de Gabriel, que afirma: “[...] eu tenho uma preocupação que isso possa acarretar uma nova doença e uma nova... em mutações, né, **que prejudiquem as pessoas letalmente, ou seja, até o futuro da humanidade, de certa forma [...]**” – ao considerar a possibilidade de que essas modificações genéticas sejam hereditárias e transmitidas para a prole. Esse aspecto é importante pois, conforme acentuado por normativas legais no Brasil, é proibida a edição genética humana em linhas germinativas, de modo a evitar possíveis alterações na espécie humana. Preocupações semelhantes sobre o destino da humanidade diante do avanço da engenharia genética humana são refletidas por Habermas (2010).

Por outro lado, a licencianda Helena, que se posiciona contrária ao melhoramento genético humano, alega que não recorreria a essa possibilidade. Contudo, quando questionada, ela afirma que, embora discorde e não deseje fazê-lo em si, também não veria problema se outra pessoa o realizasse, conforme pode ser observado no seguinte fragmento discursivo de seu diálogo:

*“Não tenho nada contra. Se for amigo meu, será amigo do mesmo jeito. Se for irmão meu, vai ser irmão do mesmo jeito. Então, se a pessoa quiser... Tem o livre-arbítrio [...] O meu livre-arbítrio, a minha vontade própria, não diz... Não, eu não quero, eu não gosto... **Pesquisadora:** Mas não seria contra quem fizesse? **Helena:** De jeito nenhum, não. Nem criticaria quem fizesse. **Pesquisadora:** Entendo. E aí você sente alguma preocupação nessa possibilidade de as pessoas estarem melhorando geneticamente? **Helena:** Sinto. **Pesquisadora:** Em que sentido? **Helena:** A conversar com você agora, eu nunca pensei nisso, mas a conversar aqui agora, eu pensei... [...] O aperfeiçoamento genético, para a pessoa, seria a mudança do que ela acha ruim para ela. Mas ela não levou em conta que tudo que tem nela fez alguém amá-la” (Helena).*

Em seu discurso, nota-se uma preocupação com aquilo que parece ser a essência da vida – a individualidade, a subjetividade e a autenticidade que tornam cada pessoa única. Ao longo do diálogo, ela defende o livre-arbítrio para escolher. Assim, independentemente das

implicações morais e sociais, a defesa do direito individual de escolha constitui um elemento determinante em seu discurso, o qual incorpora aspectos intrínsecos do domínio religioso. Conforme mencionado, suas considerações morais são orientadas por uma perspectiva ética deontológica, cujo princípio essencial defendido é o direito ao livre-arbítrio. Ademais, essas situações conflitantes parecem se agravar quando os licenciandos são incentivados a refletir sobre a possibilidade de melhoramento de características para além do domínio da saúde.

Quando questionados sobre a possibilidade de seleção e aprimoramento de características humanas consideradas desejáveis na sociedade, diversos licenciandos demonstraram certo incômodo moral. Alguns compararam essa prática com as pressões impostas pela indústria da beleza e pelos padrões de traços físicos promovidos por procedimentos estéticos, em geral características eurocentradas. Embora tenham manifestado preocupação com esse tipo de seleção por meio das técnicas de edição genética, alcançadas com a biotecnologia, e não concordem com seu uso para tais finalidades, a maioria não conseguiu expressar o que há de maior incômodo (mais perturbador) quando essas modificações ocorrem a nível genômico e molecular, isto é, por meio da manipulação do nosso material genético, e não apenas mediante procedimentos estéticos, como veremos em outras seções, conforme avançarmos na compreensão do estudo.

A análise desta temática revela que as percepções dos licenciandos sobre a manipulação e o melhoramento genético humano são atravessadas por tensões, contradições e ambiguidades. Embora alguns demonstrem preocupação imediata com os riscos, implicações morais e dilemas éticos, outros se mostram mais inclinados a uma visão otimista e salvacionista da ciência, percebendo tais práticas como soluções promissoras, especialmente no campo da saúde. Essa polarização evidencia que as concepções não se limitam ao domínio técnico ou científico, mas são profundamente influenciadas por valores pessoais, crenças religiosas, experiências de vida e repertórios socioculturais. Nesse sentido, torna-se evidente que o julgamento moral frente a questões sociocientíficas como a edição genética em humanos não emerge de forma uniforme, mas se constrói a partir de múltiplos referenciais – alguns mais críticos e reflexivos, outros mais alinhados a narrativas de progresso técnico-científico.

As falas analisadas também evidenciam que muitos licenciandos carecem de repertório conceitual e crítico para problematizar de forma mais aprofundada as dimensões sociais, políticas e éticas implicadas. A dificuldade de identificar implicações mais amplas – como desigualdades de acesso, riscos eugênicos ou impactos intergeracionais – sugere lacunas formativas que podem favorecer tanto a insensibilidade moral quanto a “cegueira moral”, nos

termos de Bauman (Bauman; Donskis, 2021), enquanto um sintoma social, quando não se reconhecem conflitos éticos relevantes. Ao mesmo tempo, discursos que trazem à tona preocupações com justiça social, diversidade e responsabilidade coletiva indicam potencialidades de sensibilização moral que podem ser mobilizadas no processo formativo. Assim, observa-se que a aceitação ou rejeição dessas biotecnologias, bem como a natureza das justificativas apresentadas, variam significativamente conforme o enquadramento valorativo de cada licenciando.

Essa heterogeneidade de posicionamentos reforça a necessidade de uma formação inicial de professores de Ciências e Biologia que promova o debate crítico sobre as implicações da ciência e da tecnologia, articulando saberes científicos, éticos e socioculturais. No caso específico da edição genética, tal formação deve possibilitar a análise das promessas e riscos da biotecnologia à luz de diferentes perspectivas éticas (utilitarista, deontológica, das virtudes, etc.) e fomentar a capacidade de reconhecer as relações entre tecnociência, interesses econômicos e ideologias, conforme apontam autores como Habermas (2010; 2014) e Sandel (2021a; 2021b). É importante salientar que a dimensão ética e moral, relacionada aos valores, insere-se no âmbito dos conteúdos atitudinais, conforme discutem Conrado e Nunes-Neto (2018) a partir do aporte teórico de Zabala (1998), que a distingue dos conteúdos conceituais e procedimentais. Nesse sentido, o trabalho com conteúdos atitudinais, especialmente em temas controversos como a edição genética humana, torna-se essencial para o desenvolvimento da sensibilidade moral e para a promoção de ações sociopolíticas comprometidas com a justiça social, a equidade e o respeito à diversidade. Ao fazê-lo, poderemos contribuir para que futuros docentes desenvolvam não apenas competência científica, mas também consciência ética e responsabilidade cidadã, tornando-se capazes de mediar, de forma crítica e responsável, questões sociocientíficas altamente complexas e controversas como esta. Essa constatação reforça a urgência de incorporar, nos processos formativos, espaços intencionais de reflexão ética e sociopolítica, garantindo que a abordagem de questões dessa natureza transcenda o plano conceitual e procedimental e alcance, de forma efetiva, a dimensão atitudinal, fundamental para a construção de práticas educativas transformadoras. Desse modo, reafirmando e reforçando o papel da ética e da política na Educação em Ciências pela via das questões sociocientíficas (Hodson, 2018).

5.1.2 Temática 2: Sobre a possibilidade de manipular geneticamente embriões

Nesta **Temática**, avançamos na discussão sobre a manipulação genética humana. Vale salientar que, neste momento do diálogo, estamos tratando de uma vida embrionária, ou seja, uma vida humana em potencial. Destarte, verificamos tensões e conflitos nos discursos e percepções dos licenciandos ao serem incentivados a refletir sobre essas possibilidades, especificamente, nesse cenário. Até então, ao abordar de forma mais geral a manipulação genética em seres humanos, pudemos inferir, a partir dos dados analisados, que alguns licenciandos não identificaram ou perceberam a manipulação como algo negativo ou motivo de preocupação.

Alguns indícios nos levam a considerar que o fato de não termos delimitado o tipo de vida humana (adulta ou embrionária) pode ter contribuído para limitar certas perspectivas e enunciados. Nesse sentido, observamos que praticamente todos concordaram com a manipulação genética em seres humanos para fins de terapia gênica, ou seja, para tratar ou evitar doenças genéticas. Contudo, quando a possibilidade é apresentada com a finalidade de aperfeiçoar o ser humano, surgem mais tensões e divergências nas percepções, com alguns licenciandos sendo favoráveis – a partir de motivações diversas – e outros contrários, em razão das diferentes implicações percebidas.

Entretanto, ao situarmos a discussão no contexto em que a vida humana é considerada a partir de um embrião, essas tensões e conflitos se intensificaram. Além disso, verificamos inseguranças quanto ao posicionamento a ser adotado, bem como a percepção das supostas promessas benéficas desse avanço biotecnológico, conforme evidenciado nos fragmentos discursivos selecionados para esta temática. Tomamos como ponto de partida o discurso da licencianda Joana. Em sua fala, ela destaca que ainda não havia refletido sobre essa questão. Essa evidência permite confirmar que, no episódio anterior, ela não considerava a manipulação genética no nível embrionário da vida humana, o que pode revelar possíveis motivos e justificativas para sua percepção da técnica como algo positivo e, conseqüentemente, sua posição favorável, como podemos observar no fragmento discursivo de seu diálogo a seguir:

Joana: Ah:: nisso eu nunca pensei sobre, acredita? **Você tá manipulando, digamos assim... uma vida antes mesmo dela existir direito, né?** **Pesquisadora:** O que você pensa sobre isso? **Joana:** Nunca cheguei a pensar sobre isso exatamente. Pensei em várias coisas. AGORA, **sobre você ter o poder genético de mexer naquele embrião antes dele se desenvolver, você manipula ele a seu bem-querer, eu acho que não seria muito ético. Eu acho que, se você já fosse uma pessoa adulta das suas próprias faculdades mentais e você tivesse o poder, você, tipo... numa boa. Você poderia escolher o que você quisesse... Mesmo que em alguns momentos fosse antiético. Agora, você manipular outro ser sem**

mesmo, digamos assim... [sem] o consentimento nem nada, não é nem viés religioso, que eu vejo muita discussão sobre isso. A questão é que ele não tem escolha, ele tá ali. Ele não tem escolha de dizer que sim, que não. Vem outra pessoa e mexe tudo nele antes mesmo dele existir (Joana).

Em seu discurso, é notável o incômodo com a possibilidade de editar o material genético de alguém que ainda não nasceu. Embora ainda não tivesse refletido profundamente sobre o assunto, quando incentivada a falar mais sobre o que pensa, ela evidenciou sua preocupação com o desrespeito à vida humana em potencial. É possível notar que, embora identifique implicações éticas e morais, ela não consideraria problemático que um ser humano adulto optasse pela manipulação de seus próprios genes, desde que tivesse condições de tomar tal decisão. O fator de tensão, portanto, reside no fato de que um embrião não pode escolher ou decidir por si.

Desse modo, ela não considera ético realizar manipulação genética em embriões, uma vez que estes não possuem a capacidade de consentir ou decidir por si mesmos. Isso remete a aspectos de discussão moral como a integridade da vida, a violação da autonomia e o direito à escolha individual, ainda que não faça uso do termo “autonomia” nesse fragmento do diálogo. Ao se preocupar com a integridade da vida humana a partir do respeito por essa vida, que não deve ser tratada como um instrumento que pode ser manipulado, suas considerações morais se fundamentam na ética das virtudes, como será discutido mais adiante. Podemos inferir que a licencianda não é favorável à manipulação genética em embriões, conforme expressa com forte emoção e sentimento de empatia e de respeito: “[...] *Ele não tem escolha de dizer que sim, que não. Vem outra pessoa e mexe tudo nele antes mesmo dele existir*” (Joana).

Do ponto de vista de Sandel (2021a), quando refletimos sobre a questão da autonomia, esse aspecto é semelhante àquilo que ocorre com a clonagem humana ou qualquer outra forma de bioengenharia em seres humanos. Segundo o estudioso, algumas pessoas afirmam que a clonagem é errada porque viola o direito à autonomia da criança. De modo semelhante, a objeção baseada na autonomia também é considerada na discussão sobre a manipulação genética, conforme argumenta:

A objeção da autonomia vale não só para a clonagem, mas também contra qualquer forma de bioengenharia que permita a escolha de características genéticas. De acordo com essa objeção, o problema da engenharia é que as “crianças projetadas” não são inteiramente livres; até mesmo os melhoramentos genéticos desejáveis (digamos, talento musical ou aptidão para os esportes) conduziriam a criança a essa ou àquela escolha de vida,

ferindo sua autonomia e violando seu direito à escolha própria de um projeto de vida (Sandel, 2021a, p. 20).

Assim, concordamos com o autor que, à primeira vista, o argumento da autonomia parece evidenciar o que há de inquietante na manipulação do material genético de um ser humano. Todavia, esse argumento não se mostra persuasivo, primeiramente porque supõe que, na ausência de um “progenitor projetista”, as crianças teriam liberdade para escolher suas características – conforme enfatiza a ideia de que ninguém é capaz de “escolher a própria herança genética” – e, em segundo lugar, porque “[...] ainda que a preocupação com a autonomia explique parte de nossas preocupações em relação a crianças feitas sob encomenda, ela não explica a inquietação moral em relação a pessoas que buscam melhoramentos genéticos para si próprias” (Sandel, 2021a, p. 21).

Por sua vez, a licencianda Helena se posiciona de forma notavelmente contrária à manipulação em embriões, afirmando que isso é ainda pior devido à falta de possibilidade de escolha. Novamente, o princípio da autonomia se faz presente nos discursos dos licenciandos durante o diálogo. Além disso, ela argumenta que, em casos envolvendo a saúde, não haveria problema, pois tal intervenção poderia evitar “dor” e “tristeza” na vida da criança. Dessa forma, Helena se mostra favorável à manipulação de embriões apenas quando vinculada a finalidades relacionadas à saúde, opondo-se ao uso para fins estéticos. Seu discurso evidencia princípios como a autonomia, além de refletir preocupações com a dor, o sofrimento e a tristeza, apresentando o sentimento de empatia, conforme constatado em seu fragmento discursivo:

“Para mim ainda é a mesma coisa [continua sendo contrária à manipulação genética em seres humanos], porque o embrião serve/ e ainda se torna para mim, PIOR: porque ele não pode dizer se ele quer fazer ou não quer [...] no caso de uma doença, que se você puder evitá-la... que esse procedimento pode fazer isso, né? Tudo bem. Uma criança vai nascer com um defeito genético, vamos alterar? Eu não julgo. Você pode ajudar, a inteligência ao homem foi dada para isso, tá entendendo?... Para mudar... No caso da estética [...] ah, meu filho vai nascer com o olho azul, vai nascer com o olho preto, eu quero ele com o olho azul. Não! Deixa ele com o olho preto, é assim que ele tem que vir, os genes dele não estavam se formando não era para isso? Agora, meu filho tem uma grande probabilidade de nascer com microcefalia, se a gente alterar aqui, a gente pode, né, conseguir evitar. Eu concordo! Eu vou evitar muita dor, muita tristeza na vida, até da criança mesmo (Helena).

De modo semelhante a Helena, a licencianda Bianca também se posiciona favoravelmente às manipulações genéticas relacionadas à saúde do embrião, estendendo essa possibilidade ao uso de embriões em pesquisas, justificando sua posição com base na

perspectiva de avanços na área da saúde. Contudo, ela se opõe à manipulação com finalidades de edição de características estéticas. Seu discurso apresenta elementos como o princípio da precaução e preocupações sociais decorrentes da seleção de características ligadas ao fenótipo. Ademais, seu julgamento moral foca nas possíveis implicações positivas e negativas da técnica, conforme constatado em seu discurso:

*“Para fazer pesquisa, para mim, tudo certo. Acho que alguns avanços de saúde vão vir... com essa possibilidade de pesquisa. Agora, qual a característica/ que também abrange essa questão de características [não relacionadas à saúde]. Não acho interessante. Novamente... se essas características forem estéticas. [...] E aí:: se fosse a questão, por exemplo, **manipular um embrião para evitar que ele desenvolva uma doença. Sim!** No caso, foi detectada a possibilidade dessa doença. Eu acho ok! Também para questão de pesquisa, para questão de tudo assim. **Acho que... envolver saúde, doença, e que tiver o apropriadamente correto [é favorável]. E também... levando em consideração quais as consequências dessa doença relacionada com qualidade de vida. Então... acho que seria tranquilo** (Bianca).*

Por outro lado, o licenciando Gabriel se posiciona favoravelmente a essa possibilidade, demonstrando certo entusiasmo e distanciando suas percepções das enunciadas pelas licenciandas Helena e Joana – especialmente desta última, que expressou uma percepção mais impactante e de inquietação –, como se pode constatar no seguinte fragmento discursivo: *“Então, eu, por mais que eu tenha crescido na igreja católica, eu não penso nisso como uma forma de estarmos abusando da evolução ou abusando de um fator criacionista, da criação, para mim, eu... de certa forma, **vejo isso como um benefício científico**” (Gabriel).* Dessa maneira, ele concebe positivamente a possibilidade de manipular geneticamente embriões, afirmando perceber isso como um benefício da ciência e uma forma de evolução.

Em seu discurso, ainda afirma que, embora tenha tido influência religiosa em sua vida, tais considerações não afetam seu posicionamento a favor. Contudo, enfatiza que é favorável à manipulação genética desde que não haja “abusos” e que o processo seja “controlado” e de acesso público, o que indica uma preocupação com a acessibilidade social das informações e do processo de produção da ciência, ressaltando a importância de informar as pessoas sobre a natureza da ciência (Sadler; Chambers; Zeidler, 2004). Considerando também as potencialidades da manipulação genética em embriões, seu discurso revela certo entusiasmo em relação às promessas e possibilidades desses avanços, destacando que se oporia apenas à seleção de características que considera “irrelevantes”, como a cor da pele e dos olhos, por exemplo. Ele defende integralmente o uso da técnica em questões relacionadas à saúde, à

sobrevivência e à qualidade de vida. Seu discurso apresenta elementos do domínio não moral, associados a uma perspectiva positivista e salvacionista da ciência – já evidenciada –, embora ainda perceba possíveis implicações decorrentes de questões como a segurança tecnológica e as preocupações sociais e econômicas, conforme pode ser observado no seguinte fragmento discursivo:

“[...] eu... de certa forma, vejo isso como um benefício científico. Como uma evolução. Porém, novamente, sem abusos. Não com a religião. As questões éticas em um país religioso que possa ser uma coisa que seja exposta. Que seja uma coisa de forma controlada, com informações acessíveis para as pessoas do que está acontecendo naquele momento. Então... eu imagino algumas possibilidades de manipulação genética em embriões para pesquisas, selecionar os melhores embriões para depois ir à fertilização in vitro, entre outras possibilidades. Você selecionar o embrião que mais se adequa, que mais tem chances de sobreviver ou mesmo para uso em pesquisas, exemplo de pesquisas com células-tronco embrionárias [...] Se for uma questão de seleção... a possibilidade de evitar doenças hereditárias... não tem por que ser contra. Na verdade, em nenhum momento eu pensaria em ser contra. Eu poderia pensar em ser contra quando houvesse uma seleção de uma pele, irrelevante, como cor dos olhos. Alguma coisa desse tipo que não fosse essencial. As questões também de sobrevivência, de qualidade de vida [também seria favorável]. [...] Sim, eu concordo! Tem minha aprovação em relação a isso” (Gabriel).

De modo particular, em seu discurso, a licencianda Alice demonstra preocupações quanto ao tipo de condição de saúde a ser modificada. Ela se mostra favorável à manipulação genética quando direcionada a aspectos relacionados à saúde, mas argumenta que sua defesa depende da situação e do tipo de condição envolvida. Por exemplo, ela cita o autismo, condição que não considera uma doença a ser editada, corrigida ou evitada, conforme pode ser verificado no seguinte fragmento discursivo:

“Então... eu acho que... se você vê ou então se tem uma prova que seu filho, por exemplo:: eu não falo de autismo, não... isso não, né? Tipo, coisas inviáveis mesmo... A criança viver numa cadeira de rodas, não falar, depender sempre da pessoa, porque eu acho que, tipo... não é vida, é você respirar, é sobreviver, né? Então... se eu gostaria de dar uma condição melhor ao meu filho, e eu sei que ele pode nascer e ficar/ eu não me lembro qual é a palavra assim que diz, mas... tipo... dependente de mim a vida toda, não é que eu não queira cuidar do meu filho, mas eu quero que ele cuide de si próprio, né? Tenha a própria vida. Então... se eu posso evitar isso no meu filho, um exemplo. Eu sou a favor sim. Éh:: só nessa questão, tipo... de, isso/ dele ser inviabilizado de fazer tudo que uma pessoa normal faz, né? [...] Não... acho que não, porque eu não vejo o autismo como uma doença, o autismo é uma característica de uma pessoa [...]” (Alice).

Quando avançamos no diálogo a respeito de outras possíveis condições, síndromes ou doenças genéticas, a licencianda destaca que, no caso da Síndrome de Down, estariam implicadas as condições socioeconômicas da família para garantir uma “vida digna” à criança e que isso poderia justificar o uso da técnica de edição genética para melhorar ou mesmo corrigir esse traço, de modo que a criança não nasça com a síndrome, embora afirme que ainda considere isso, de certo modo, errado. Em seu discurso, considera imprescindível levar em conta as discrepâncias sociais e econômicas. Aspectos como preocupações sociais e econômicas, aumento da desigualdade social, bem como experiências particulares enquanto assistente terapêutica, emergem em sua fala.

A experiência de vida da licencianda influencia sua sensibilidade moral frente às possíveis implicações do uso da técnica em algumas condições relacionadas à saúde, especialmente em contextos de opressão, exclusão e inferiorização de pessoas com esses traços. Além disso, suas considerações morais são fundamentadas na ética da virtude, uma vez que ressalta a necessidade de refletir sobre as disparidades sociais e demonstra preocupação com a garantia de uma vida digna para a criança:

“[...] Então... se no caso de uma família que não tem as condições de dar o suporte necessário que uma criança com Síndrome de Down tem, porque eu já sou assistente terapêutica, já cuidei de uma criança com Síndrome de Down, e ela vem de uma família muito boa, e a gente vê a evolução, a diferença, entendeu? Do mesmo jeito que eu tive contato com ele de uma família muito boa, também tive contato com uma criança, uma menina de escola pública, que não tinha as mesmas oportunidades que ele. E a gente via a discrepância gigantesca de um e outro. [...] Então, a gente tem que levar em consideração essa discrepância social também. Então, se uma família sabe que não tem condição de dar uma vida digna, porque a vida digna ela tem, ela tem comida, tem escola, tem paz, mas não tem a oportunidade de fazer a criança evoluir como ser humano também, porque aquele é que não você sabe ler e escrever uma evolução. Então, poderia, assim, fazer essa mudança. Mas nesse sentido. É porque eu não sei, porque, ao mesmo tempo que eu acho um pouco errado, é viável, entendeu? [...]” (Alice).

As análises evidenciam que, ao deslocar o debate para o contexto da manipulação genética de embriões, emergem tensões mais intensas e percepções mais conflitantes entre os licenciandos, especialmente no que diz respeito à ausência de autonomia e de possibilidade de consentimento. Esse deslocamento revela um campo fértil para explorar as dimensões éticas e morais associadas à integridade da vida, ao respeito à dignidade humana e à responsabilidade social frente ao uso da biotecnologia. Os discursos demonstram que, embora haja maior consenso quanto ao uso da manipulação genética para fins terapêuticos, persiste uma divisão

de opiniões quando a finalidade é o aperfeiçoamento humano ou a modificação de características não relacionadas à saúde. Assim, a própria delimitação do que é “essencial” ou “supérfluo” torna-se um ponto de tensão, no qual valores, crenças e concepções de ciência se entrelaçam.

Nesse sentido, percebe-se que parte significativa dos licenciandos estabelece distinções entre usos aceitáveis e inaceitáveis da técnica, ancorando-se em princípios como autonomia, empatia, precaução e justiça social. As falas revelam um exercício de ponderação sobre as implicações sociais, políticas e econômicas da manipulação genética, especialmente quando vinculada ao aumento das desigualdades e à exclusão de determinados grupos. Ao mesmo tempo, também emergem discursos que atribuem à ciência um papel salvacionista, sustentando uma visão otimista de que o avanço biotecnológico, se devidamente controlado, pode ser amplamente benéfico. Esse tensionamento entre confiança e cautela revela a necessidade de desenvolver, na formação docente, competências críticas para avaliar não apenas a viabilidade técnica de inovações científicas, mas também seus impactos éticos e sociais de longo prazo.

A análise das falas evidencia que a manipulação genética em embriões suscita percepções e posicionamentos fortemente influenciados por valores morais, compreensões éticas e experiências pessoais. Elementos como o princípio da autonomia, a preocupação com a integridade e a dignidade da vida, o respeito à diversidade humana e a empatia diante do sofrimento aparecem de forma recorrente nos discursos, revelando que tais posicionamentos se situam predominantemente no campo dos conteúdos atitudinais, conforme a classificação proposta por Zabala (1998) e discutida por Conrado e Nunes-Neto (2018). Isso indica que, mais do que o domínio conceitual ou procedimental, a discussão sobre o tema convoca reflexões profundas sobre valores, princípios e responsabilidades sociais, sem desconsiderar a relevância desses dois domínios.

Tais conteúdos atitudinais, ao mobilizarem dimensões éticas e morais, mostram-se cruciais para o desenvolvimento da sensibilidade moral dos futuros docentes, possibilitando que reconheçam as múltiplas implicações (individuais, coletivas e planetárias) das decisões científicas e tecnológicas. A formação ética, quando intencionalmente articulada ao ensino de Ciências e Biologia, pode preparar professores para mediar debates complexos, ampliando a compreensão crítica de seus estudantes sobre temas controversos e fortalecendo o compromisso com a justiça social, epistêmica e ambiental. Nessa perspectiva, a abordagem da manipulação genética de embriões, além de promover o pensamento crítico, pode estimular ações

sociopolíticas conscientes, orientadas para a construção de sociedades mais inclusivas e equitativas.

Assim, os resultados desta temática reforçam a importância de incorporar, nos processos formativos, espaços pedagógicos que favoreçam a análise crítica das implicações éticas, sociais e políticas da biotecnologia. Ao articular conteúdos conceituais, procedimentais e, especialmente, atitudinais, é possível promover aprendizagens que transcendem o conhecimento técnico, alcançando a formação integral e cidadã dos licenciandos. Tal abordagem, ancorada no diálogo entre diferentes perspectivas éticas (por exemplo, utilitarista, deontológica e da virtude) e na problematização das desigualdades estruturais, contribui para que os futuros professores de Ciências e Biologia possam atuar como mediadores de discussões que não apenas informem, mas também inspirem engajamento social e transformação coletiva.

5.1.3 Temática 3: Exposição de uma situação fictícia envolvendo a edição e o melhoramento genéticos em embriões

Nesta **Temática**, selecionamos fragmentos discursivos de alguns participantes do estudo para análise. O momento caracteriza-se pela apresentação de uma situação hipotética envolvendo a edição e o melhoramento genéticos em embriões. Consideramos que “[...] exemplos hipotéticos nos ajudam a colocar os princípios morais em questão para examinar sua força” (Sandel, 2021b), além de permitirem uma compreensão mais ampla de como os indivíduos ponderam em diferentes circunstâncias. Para isso, foram considerados os testes genéticos pré-natais. A situação hipotética apresentada individualmente aos licenciandos foi a seguinte: “Se você soubesse da possibilidade de ter uma criança com uma doença genética grave, talvez até incurável, você permitiria a manipulação do DNA dessa criança, alterando os genes relacionados à possível expressão dessa condição, na busca por, talvez, conseguir evitar que ela desenvolva a doença?”

Quando convidados a se colocar nessa situação, a maioria dos licenciandos expressou, inicialmente, convicção em suas respostas, alegando ser favorável a esse tipo de manipulação, uma vez que ela está relacionada à garantia da saúde e, conseqüentemente, à promoção do bem-estar, conforme exemplificado no fragmento discursivo: “*Sim, sem dúvida nenhuma*” (Gabriel). Além disso, como observado na temática anterior, quando o assunto envolve a vida embrionária, por se tratar de um cenário de tensão, os licenciandos tendem a demarcar limites

mais claros quanto às circunstâncias em que se declaram favoráveis à manipulação e à edição genéticas, conforme podemos verificar nos seguintes fragmentos discursivos: “*No caso... para evitar que ela viesse com as doenças, EU FARIA*” (Helena); “[...] *eu acho que, se fosse para gerar uma melhor qualidade de vida, ou evitar essa doença, acho que sim*” (Bianca).

Alguns discursos expressam dúvida, evidenciada pela entonação de voz, quanto ao aspecto ético de editarmos o material genético de uma vida humana em estágio embrionário. Ainda assim, a condição relacionada à saúde dessa vida teve grande relevância no julgamento e na tomada de decisão dos licenciandos, como pode ser visto no discurso da licencianda Joana: “[...] ***dependendo do estado que a criança esteja sofrendo, eu acho que eu mexeria*** [em sua entonação, demonstrou certa dúvida]. *É uma forma dela ou não sofrer, ou ela evitar, digamos assim, de ter aquele problema naquele momento. Não sei se estou sendo muito ética, mas eu mexeria*” (Joana).

É interessante notar que, inicialmente, a licencianda considera a vida de uma criança em um estágio em que ela pode sentir dor e sofrimento; por isso, não percebe, nesse momento, que se trata de um estágio embrionário de vida humana. Essa falta de percepção inicial pode revelar aspectos e preocupações particulares da licencianda, bem como limitações em sua visão. Após esse parêntese sobre a percepção inicial, retornemos à descrição analítico-interpretativa do fragmento discursivo. A licencianda Joana sugere que poderia ser favorável à realização da edição genética, desde que essa intervenção estivesse relacionada à saúde, acrescentando como condição o estado de sofrimento da criança. Assim, percebemos que a possibilidade de sofrimento influencia consideravelmente sua decisão de recorrer à edição genética, uma vez que sua justificativa consiste em evitar o sofrimento ou o desenvolvimento de uma condição de saúde ainda mais grave (possíveis problemas futuros de saúde). Isso sugere uma consideração moral baseada em possíveis consequências, bem como é evidenciado o sentimento de empatia com relação ao possível sofrimento da futura criança.

A tensão conflituosa dessa situação pode ser observada na preocupação expressa por Joana em relação à ética de sua decisão, como ilustrado em suas palavras: “*Não sei se estou sendo muito ética, mas eu mexeria*” (Joana). Essa afirmação demonstra sua inquietação em não agir de maneira moralmente correta ao assumir tal posição. Essa preocupação com o sofrimento remete a reflexões sobre dois princípios da bioética: não maleficência e beneficência. O primeiro estabelece que se deve evitar infligir dor, sofrimento ou qualquer outro tipo de dano ao indivíduo, determinando, de forma obrigatória, que não se cause dano intencional. Assim,

Na ética médica, ele esteve intimamente associado com a máxima *Primum non nocere*: “Acima de tudo (ou antes de tudo), não causar dano”. Essa máxima é frequentemente invocada pelos profissionais da área da saúde, embora suas origens sejam obscuras e suas implicações não sejam claras (Beauchamp; Childress, 2013, p. 209).

No caso do princípio da beneficência, por sua vez, ele envolve a obrigação de fazer o bem e minimizar o dano. Esses autores sugerem que é preferível distinguir conceitualmente os princípios da não maleficência e da beneficência, desconsiderando a ideia de uma classificação normativa ou de uma estrutura hierárquica: não maleficência (não devemos infligir mal ou dano) e beneficência (devemos impedir que ocorram males ou danos; devemos sanar males; devemos fazer ou promover o bem). Isso ocorre porque cada uma das três formas de beneficência mencionadas “[...] requer que auxiliemos operando ativamente – evitando dano, sanando-os e promovendo o bem –, enquanto a não maleficência requer apenas que intencionalmente nos abstenhamos de executar ações que causem danos” (Beauchamp; Childress, 2013, p. 212). Desse modo, os autores compreendem que

A moralidade requer não apenas que tratemos as pessoas como autônoma e que nos abstenhamos de prejudicá-las, mas também que contribuamos para seu bem-estar. Essas ações beneficentes estão na categoria da beneficência. Não há fronteiras radicais no *continuum* que vai da não infligência de danos até a propiciação de benefícios, mas os princípios de beneficência potencialmente exigem mais que o princípio de não maleficência, pois os agentes têm de tomar atitudes positivas para ajudar os outros, e não meramente se abster de realizar atos nocivos. O termo “não maleficência” é às vezes usado em um sentido amplo, incluindo a prevenção de danos e a eliminação de condições prejudiciais. Contudo, a prevenção e a eliminação requerem atos positivos de beneficiar outros, pertencendo, portanto, antes à beneficência que à não maleficência (Beauchamp; Childress, 2013, p. 281).

Nesse sentido, verificamos no discurso de Gabriel a importância que ele confere à

qualidade de vida e à saúde. Em contraste com Joana, que demonstrou hesitação ou dúvida em relação à edição genética no contexto da situação hipotética apresentada, Gabriel expressa convicção, afirmando que não hesitaria em realizar a edição genética em um eventual filho para evitar o desenvolvimento de uma doença grave. Para justificar sua posição favorável ao uso da técnica, ele declara: *“Porque isso envolve qualidade de vida e qualidade de vida e questões de saúde. [...] Então, se existe um jeito de evitar isso [no sentido de doenças], evite. Que seja pela ciência”* (Gabriel). Nesse fragmento de discurso, é possível constatar que a possibilidade de prevenir uma doença e assegurar a qualidade de vida, fundamentada no conhecimento científico, é considerada essencial. Assim, a posição moral de Gabriel favorece o uso da ciência para promover o bem-estar das pessoas, representando o que ele considera ser o caminho correto para garantir a qualidade de vida – e, por conseguinte, a saúde – do futuro filho.

Essa confiança na ciência também foi identificada por Cebesoy (2020), que constatou que os participantes demonstraram fé no potencial do desenvolvimento científico para viabilizar mudanças e oferecer alternativas às opções de tratamento atuais para doenças genéticas. Além disso, merece atenção a busca por maximizar a saúde e o bem-estar. Sobre esse ponto, Sandel (2021a, p. 62) adverte que, com as diversas distinções e os avanços da biotecnologia, torna-se difícil distinguir o limite entre terapia e melhoramento. Desse modo, ele reflete que, “Na década de 1920, os eugenistas faziam campeonatos de saúde em feiras estaduais e davam prêmios às ‘famílias em melhor forma’. Essa prática bizarra, porém, ilustra a tolice de se pensar na saúde em termos instrumentais, ou como um recurso a ser maximizado”. Essa reflexão aponta e localiza a problemática em torno da busca por maximizar a saúde e o bem-estar e possíveis efeitos sociais nocivos.

Esse aspecto, envolvendo a qualidade de vida e a possibilidade de evitar doenças, também serve como justificativa para uma possível aceitação da manipulação genética no cenário apresentado pela licencianda Bianca. Contudo, em contraste com a certeza expressada por Gabriel, Bianca demonstra, tanto em seu discurso quanto em suas expressões faciais e seus gestos durante o diálogo, notavelmente, uma certa dúvida nesse momento. Ela parece perceber a tensão conflituosa da situação apresentada e leva um pouco mais de tempo para organizar seu pensamento, como evidenciado em seu breve fragmento discursivo: *“[...] eu acho que, **se fosse para gerar uma melhor qualidade de vida, ou evitar essa doença, acho que sim**”* (Bianca). Em diálogos apresentados em momentos posteriores, veremos que ela passa a assumir um posicionamento de certeza frente às possibilidades de edição genética relacionadas à saúde.

A consideração favorável à edição genética na situação apresentada também foi

compartilhada pela licencianda Helena, desde que se trate de finalidades relacionadas à saúde. Em seu discurso, ela manifesta convicção de que realizaria a manipulação genética em um futuro filho, desde que a intenção fosse evitar doenças. Como justificativa para sua posição favorável, Helena destaca que, no passado, as pessoas morriam em decorrência de problemas de saúde muito mais simples devido à ausência de tratamentos eficazes.

Além disso, conforme sempre enfatiza ao longo do diálogo, ela defende que, se o ser humano possui a capacidade de realizar tal feito – decorrente de uma inteligência que lhe foi concedida – e pode ajudar alguém, então deve fazê-lo. No entanto, ela se posiciona de forma contrária quando a finalidade ultrapassa os limites da condição de saúde, ou seja, quando a intervenção se destina a aspectos que não envolvem o tratamento ou a prevenção de doenças genéticas, como, por exemplo, questões estéticas, como pode ser verificado em seu enunciado a seguir:

*“[...] **Pela saúde, no caso da saúde, eu faria.** A única coisa que eu manipularia, porque, assim, antigamente muitas pessoas morriam muito por, assim, não ter sido desenvolvida, veja que antigamente se morria por doenças muito bestas [...] **E se você pode... a inteligência humana foi dada [por Deus] para isso/ Se você pode evoluir ao ponto de conseguir ajudar uma vida... SIM! Mas... se você quer usar sua inteligência para uma vaidade... para uma coisa que não tem necessidade/ que você pode correr um risco fazendo aquilo também [gesticula com a cabeça, assumindo que não concorda]... Quando você faz para a saúde, você corre o risco, mas... você corre um risco valendo a pena, valendo a pena porque você quer salvar... você quer ajudar. Mas... quando você quer mudar uma coisa que já é bonita, já é perfeita, só porque você gosta... [...] aí eu não vejo lógica, entendeu?”** (Helena).*

Essa defesa em prol da saúde é observada em unanimidade nos discursos dos 17 licenciandos participantes do estudo e é ressaltada por Sandel (2021a, p. 60) ao argumentar que

Valorizar os filhos como dádivas ou bênçãos não é ser passível diante da doença ou da enfermidade. Curar uma criança doente ou ferida não sobrepuja suas capacidades naturais; ao contrário, permite que elas floresçam. Embora os tratamentos médicos intervenham na natureza, eles assim o fazem em nome da saúde e, portanto, não representam uma tentativa sem limites de maestrias e dominação.

Contudo, conforme adverte Sandel (2021a), embora a medicina seja tradicionalmente entendida como voltada para a promoção da saúde e a cura de doenças – um ponto pacífico –, essas discussões levantam questões controvertidas acerca de se certas condições devem ser consideradas deficiências ou características a serem curadas, evitadas ou cultivadas, como, por

exemplo, a surdez, que discutiremos no segundo caso apresentado nos grupos focais. A partir disso, “Algumas pessoas argumentam que na obrigação de um pai de curar um filho doente está implícita a de melhorar um filho saudável, de maximizar seu potencial para que ele alcance o sucesso na vida”; contudo, como ainda alerta o estudioso, “[...] isso somente é verdadeiro se aceitarmos a ideia utilitária de que a saúde não é um bem humano distintivo, e sim apenas um meio de maximizar nossa felicidade e nosso bem-estar” (Sandel, 2021a, p. 61).

Por sua vez, a licencianda Alice, em seu discurso, expressa a possibilidade de ser favorável à edição genética, considerando que se trata de uma condição de saúde e da possibilidade de evitar uma condição relacionada à saúde; entretanto, alerta para a importância de definir qual seria o tipo de condição ou doença. Diferentemente dos discursos apresentados por Joana, Helena, Gabriel e Bianca, ela demonstra uma perspectiva pautada em preocupações e na delimitação de limites a serem considerados, de modo a avaliar se recorreria à edição genética. Nesse contexto, Alice afirma não considerar o autismo uma doença e enfatiza a importância de os pais se adaptarem – isto é, de se ajustarem e aceitarem as condições e necessidades reais de seus filhos, como pode ser observado em seu discurso:

*“Acho que sim, porque foi como eu falei... e também **vai depender a doença. Que doença grave seria essa, né? Porque quando eu penso em ter filhos, eu penso em me adaptar também ao meu filho, né? Então é como eu falei sobre o autismo. Eu não acho que o autismo seja uma doença. É uma questão de adaptação [...]** Mas se como eu falei, for aquela doença que eu sei que vai deixar meu filho inviável de viver, vai deixar a criança só sobrevivendo, então eu faria sim”* (Alice).

Desse modo, como se evidencia, seu discurso apresenta indícios de sensibilidade moral, especialmente em relação à possibilidade de “editar” possíveis condições e traços de saúde, o que pode contribuir com processos estigmatizantes, gerando discriminação, inferiorização e exclusão social – aspectos não percebidos pela maioria dos participantes da pesquisa. Contudo, destacamos os discursos de Sara, Camila e Milton, que, assim como Alice – e embora não tenham sido analisados nesta seção –, aludem à importância de considerar o tipo de condição patológica, distúrbio ou síndrome a ser manipulado, o que se revela um fator determinante em seus posicionamentos. Esse tipo de consideração leva em conta aspectos morais relacionados a acessibilidade e preocupações sociais, como os processos que estigmatizam determinados traços e condições, de maneira que pessoas com condições diversas – por exemplo, neuroatípicas ou neurodivergentes – não sejam excluídas da sociedade por possuí-las. Inclusive, como veremos em seções seguintes, a partir da interação discursiva e da exposição de casos, o

licenciando Milton sempre destaca preocupações dessa natureza e a relação com a eugenia, bem como os perigos advindos dessas considerações de seleção de características que devam ser mantidas ou excluídas da sociedade.

Após a escuta dos discursos dos licenciandos, sugerimos a exposição dessa situação em outro contexto, ampliando as possibilidades da técnica de edição e favorecendo a identificação de tensões, contradições e controvérsias. Dessa forma, propusemos o seguinte cenário: “Se você pudesse escolher outras características também – imagine, você sabe que será mãe (ou pai) e agora, após realizar um teste genético, tem a possibilidade de escolher, por exemplo, o sexo da criança, a cor dos olhos, da pele, ou até mesmo realizar uma edição genética que a tornasse um pouco mais inteligente ou com maior aptidão física –, você teria interesse em fazer?”. Essa situação, assim como a anterior, apresenta dilemas e possibilidades que antes eram inimagináveis, mas que, com o avanço da biotecnologia e, mais recentemente, com a técnica de edição genética CRISPR-Cas9, se tornam cada vez mais debatidas e discutíveis.

Cabe destacar uma ressalva importante quanto à formulação do cenário hipotético utilizado. Características como “inteligência” ou “aptidão física”, embora frequentemente mobilizadas em discussões sobre biotecnologia, são traços altamente complexos, influenciados por uma multiplicidade de fatores genéticos, epigenéticos, ambientais, culturais, educacionais e históricos. A inteligência, em particular, não pode ser reduzida a uma base genética isolada, tampouco manipulada de forma simples por meio de edição genética. Ainda que existam estudos na área da genética comportamental que investiguem correlações genéticas com traços cognitivos, essas associações são, em geral, probabilísticas, incertas e marcadas por controvérsias científicas e éticas. Assim, ao mencionar tais características no cenário hipotético proposto, não se pretendeu reforçar uma visão determinista ou reducionista, mas sim provocar a reflexão crítica dos licenciandos sobre os limites éticos, sociais e morais das intervenções da tecnociência na vida humana. Trata-se, portanto, de uma estratégia didática para instigar o debate, e não de uma afirmação quanto à viabilidade ou legitimidade científica dessas manipulações.

Neste momento, observamos uma variação maior nos motivos que sustentam os posicionamentos e julgamentos, bem como nas tensões suscitadas pela situação hipotética. Por um lado, temos as licenciandas Helena, Bianca e Alice, que se posicionam de forma incisiva e contrária à manipulação genética de um futuro filho para fins estéticos e para outras condições não relacionadas à saúde, como podemos constatar nos seguintes fragmentos discursivos: “*Não, não mudaria nada no físico*” (Helena); “*NÃO, de jeito nenhum! Só na questão da doença*

mesmo” (Bianca); “*Não, acho que não. Deixaria vir, assim... questões físicas do jeito que é para vir. E descobriria também do jeito normal. Se é menino ou menina. Não escolheria*” (Alice). Por outro lado, em seus discursos, Joana e Gabriel se posicionam, de certo modo, a favor da manipulação genética de características não relacionadas à saúde, conforme mencionado na situação apresentada. Cabe evidenciar que há certa divergência entre os dois, pois, embora sejam favoráveis, suas percepções e motivações se distinguem, como discutiremos a seguir.

Consideremos inicialmente os discursos com posicionamentos favoráveis. A licencianda Joana demonstra interesse em realizar a manipulação genética para fins de seleção de características fenotípicas. Nesse sentido, identificamos uma contradição em seu discurso: na primeira situação apresentada, envolvendo a saúde da criança, ela demonstrou certa cautela, afirmando ser favorável à intervenção dependendo do estado de sofrimento da criança e sempre buscando evitar possíveis danos, expressando receio de não estar sendo ética ao se posicionar favoravelmente nessa situação. Conforme vimos, o seu receio estava relacionado a não instrumentalizar uma vida humana em potencial antes mesmo de ela nascer. Contudo, na nova situação apresentada, a licencianda adota motivações mais emocionais, e um possível egoísmo ético, ao impor sua vontade e seus desejos pessoais, e afirma, sem hesitar, com convicção e confiança, que faria a modificação genética. Observemos o seu discurso: “*Se eu tivesse [essa possibilidade], eu faria* [responde de forma enfática e confiante, demonstrando ter certeza da sua resposta] [...] *Eu escolheria um pouquinho relacionado à aptidão física da criança, para não sofrer mais na frente, e a cor dos olhos*” (Joana).

Nesse enunciado, bem como nas observações de sua expressão facial durante o diálogo, é possível constatar que os aspectos morais não foram percebidos ou conscientemente considerados. Além disso, observamos que a questão da aptidão física e a cor dos olhos reaparecem como elementos centrais em sua fala, revelando um desejo e uma necessidade para a licencianda. No que diz respeito à aptidão física, ela cita situações em que seria favorável, como para evitar o *bullying* e não se limitar em atividades que deseja realizar ao longo da vida. Pelo tom e pela ênfase atribuídos a essa característica, é possível que a licencianda tenha vivido alguma situação semelhante, como podemos verificar no recorte do seu fragmento discursivo a seguir:

“É. Sou obcecada por cores claras* [risos, se referindo à cor dos olhos]. [...] *Eu sempre achei bonito crianças, pessoas que tivessem olhos claros. Meu pai tinha olhos claros.

A metade da minha família, da parte dele, também. A de mãe, eu herdei a genética de mãe, não tem os olhos claros. Eu acho bonito. E a aptidão física, porque lá na frente a criança poderá não precisar ter que sofrer bullying, e aprender alguma coisa que ela goste, que tenha mais facilidade de correr, algum esporte” (Joana).

Seu discurso apresenta uma consideração movida por emoções – como medo, insegurança e desejo –, além da influência de elementos do domínio não moral, como as experiências de vida da licencianda e possíveis situações enfrentadas em virtude de sua condição física, bem como pela análise de consequências. Nesse sentido, ela se alinha principalmente à vertente utilitarista, pois fundamenta suas preferências na ideia de maximizar benefícios – como evitar o *bullying* e facilitar a prática de esportes –, buscando, assim, melhorar a qualidade de vida da futura criança. Embora haja também um componente estético em sua fala, que poderia ser questionado sob as perspectivas deontológica, das virtudes ou do egoísmo ético, o foco principal de sua argumentação reside nas consequências positivas para o bem-estar da criança.

Conforme destacado, o licenciando Gabriel expressou uma consideração positiva em relação à possibilidade de edição das características não relacionadas à saúde, afirmando sentir-se tentado a aceitá-la. Como justificativa, ele ressalta que é inerente à própria natureza humana buscar melhorias, conforme pode ser observado em seus enunciados discursivos:

“É uma questão que, quando eu penso nisso, eu me sinto tentado a aceitar essas características, porque acho que, como questão de ser humano, a gente procura isso, procura sempre as melhores características em nós mesmos. Então eu falei que realmente isso é preocupante, acho que isso é muito preocupante quando a gente fala de separação de pessoas e a oportunidade daquelas pessoas que têm mais poder aquisitivo. Mas eu acredito que, mais que eu me importe moralmente, eu também aceitaria. [...] Que essa questão de qualidade de vida para mim é necessária para seguir essas características. Só que eu sei que isso seria uma forma de incentivar uma certa disparidade entre as pessoas. As pessoas com as melhores características se tornariam mais ainda. [...] Já de pessoas que não poderiam ter aquilo, então ainda preconceito e questões sociais surgiriam, muitas aí” (Gabriel).

Como é possível constatar em seu discurso, o licenciando Gabriel reconhece e destaca preocupações, como a questão da acessibilidade social – ou seja, o acesso universal a essas possibilidades advindas do campo científico-tecnológico, recorrente em sua fala. Em particular, ele demonstra inquietação com a possibilidade de que apenas uma camada social economicamente favorecida tenha acesso a tais avanços, o que poderia gerar uma segregação ainda maior na sociedade, caracterizada por uma “disparidade entre as pessoas”. Entretanto,

apesar de se importar moralmente, ele admite que também aceitaria a manipulação dessas características, o que pode indicar indícios de uma cegueira moral. Ao longo do diálogo, ele adota considerações morais que se fundamentam numa perspectiva ética utilitarista, tendendo a levar em conta as consequências benéficas. Além disso, demonstra estar ciente das possíveis desigualdades sociais que poderiam ser geradas. Mesmo assim, ele se sentiria tentado a realizar essa edição em um possível filho, pois considera a qualidade de vida um aspecto essencial. Assim, percebemos que, ainda que Gabriel reconheça problemas e implicações éticas, morais e sociais, tais implicações não abalam seu posicionamento e seu julgamento em defesa do avanço e do uso dessas técnicas para finalidades que transcendem condições de saúde, desde que isso também se relacione à melhoria da qualidade de vida das pessoas que sejam beneficiadas.

Em sentido distinto dos discursos de Joana e Gabriel, temos posições de oposição ao uso da técnica para essa finalidade, evocadas por Helena, Bianca e Alice. Cabe destacar que, embora as três licenciandas compartilhem o mesmo posicionamento, as motivações que orientam seu julgamento moral diferem. A licencianda Helena afirma que não faria nenhuma modificação em nenhum dos aspectos apresentados na situação, enfatizando que, ao realizar qualquer mudança, estaria alterando a forma como a criança viria ao mundo. Ela adverte, ainda, que, caso a criança deseje fazer qualquer alteração, isso deveria ocorrer quando ela crescer e tiver seu “livre-arbítrio” para escolher, como podemos observar no discurso da licencianda:

“Não, não mudaria nada no físico. [...] Nem no sexo, de jeito nenhum. Se viesse cinco [crianças] e viesse a escadinha de meninas, que venham as meninas, se viesse os meninos, que venham os meninos. Era para virem eles, está entendendo? [...] E se eu mudo, eu mudo o direito dele do que ele vinha. Ele tinha que ter vindo ao mundo. Ele vinha de um jeito, então eu mudei. Se ele tiver de mudar, deixa para ele mudar quando ele crescer. Quando ele sair e ele tiver o livre-arbítrio, ele escolhe. Eu não quero ser uma menina, eu quero ser um menino. Quer ser um menino, meu filho? Então, com você e Deus agora, vá. Seja o que você quiser” (Helena).

Seu discurso reflete elementos da dimensão religiosa, conforme já mencionado, recorrendo sempre a essa perspectiva valorativa durante o diálogo e tendo uma consideração moral fundamentada na vertente ética deontológica. Além disso, nessa situação, sua consideração moral apresenta um contraste entre uma perspectiva naturalista conservadora da essência da vida humana e o livre-arbítrio. Embora defenda que não se deve alterar aquilo que constitui nossa essência de vida, ela também enfatiza o direito de escolha, fundamentado no livre-arbítrio concedido por um ser sagrado (Deus).

Por seu turno, a licencianda Bianca demonstra certo incômodo com essa possibilidade, afirmando não considerar algo aceitável, conforme pode ser constatado em seu discurso: “**NÃO, de jeito nenhum! Só na questão da doença mesmo. [...] Ela ia saber que ela foi um quebracabeça que eu fui montando ela** de uma forma que eu considere mais bonita. Eu sei que você tem suas preferências, mas **eu não acho uma coisa legal assim, de certa forma**” (Bianca). Essa é uma inquietação compartilhada por outros licenciandos, como nos exemplos a seguir: “Eu acho que é muito singular o ser humano [...] Eu acho que não temos o direito de manipular... pela questão da singularidade” (Luís); “É uma coisa que a gente se espanta, porque deveria ser algo natural, a gente já está conseguindo manipular isso...” (Rita). Nesse sentido, conforme argumenta Habermas (2010, p. 75):

Quando o indivíduo em crescimento passa a saber o *design* que outra pessoa projetou para ele, a fim de alterar características em sua constituição genética – na sua autopercepção objetivamente –, a perspectiva de ter sido produzido pode sobrepor-se àquela de ser um corpo vivo que cresce naturalmente. Com isso, a neutralização da distinção entre o que cresce naturalmente e o que é fabricado alcança o modo de existência próprio. Essa neutralização poderia desencadear em nós a consciência vertiginosa de que, após uma intervenção da técnica anterior a nosso nascimento, a natureza subjetiva, vivida por nós de modo indispensável, seria fruto da instrumentalização de uma parte da natureza externa.

Essas ponderações, a nosso ver, deslocam para o centro da discussão sobre manipulação genética em seres humanos a questão da instrumentalização da vida, por meio de ideias como o domínio e o controle da vida humana. Nesse contexto, como argumenta o pensador, um indivíduo programado geneticamente terá que conviver com a consciência de que foi manipulado com o propósito de influenciar suas características fenotípicas. Desse modo, ele assinala que, “Com a programação genética, surge, no entanto, uma relação assimétrica em muitos aspectos – um paternalismo *sui generis*” (Habermas, 2010, p. 88, grifo do autor). Além disso, enfatiza que, quando comparada à dependência social, a dependência genética da pessoa programada se centra no programador. Assim, “A intenção pode ser interpretada por este último, mas não revista nem desfeita. Irreversíveis são as conseqüências, pois a intenção paternalista sintetiza-se num programa genético desarmado, e não numa prática socializante, medida pela comunicação, que pode ser recuperada pelo ‘pupilo’” (Habermas, 2010, p. 89).

Portanto, ficam evidentes as preocupações e os possíveis efeitos dessa projeção dos pais em seus filhos, uma vez que as alterações no âmbito genômico não poderiam ser desfeitas caso o filho desejasse alterá-las ao crescer. Essa discussão aponta para a problemática de infligirmos

o direito à liberdade de escolha dos filhos sobre suas próprias vidas. A partir disso, podemos questionar: quem controla ou deveria controlar a vida e os rumos da natureza humana?

Em seu discurso, a licencianda Bianca expressa de forma incisiva preocupações, legítimas, com práticas eugênicas e implicações sociais, como a intensificação do preconceito e da discriminação racial. Ao longo do diálogo, ela enfatiza sua apreensão quanto à possibilidade de a criança tomar consciência de que é resultado de uma projeção da mãe, baseada em características que esta considerou ideais. Seu discurso reflete consistentemente preocupações eugênicas, e suas considerações morais levam em conta possíveis implicações negativas a partir da utilização da técnica. Essa inquietação e esse incômodo moral – especialmente no que diz respeito à seleção de características não relacionadas à saúde – também são abordados por Sandel (2021a) ao refletir sobre os aspectos morais envolvidos na engenharia genética e na possibilidade de projetar os próprios filhos. Sobre isso, o autor enfatiza que nossa perturbação aumenta quando observamos o uso da manipulação genética para além da terapia genética (tratamento de doenças), visando a conquista de características específicas, como “[...] corpos mais fortes, memórias mais aguçadas, maior inteligência e maior humor”, sugerindo ainda o seguinte questionamento: ‘A questão é se temos ou não razão em nos sentir perturbados – e, em caso afirmativo, em que termos?’” (Sandel, 2021a, p. 22). Nesse sentido, argumenta que

Quando a ciência avança mais depressa do que a compreensão moral, como é o caso de hoje, homens e mulheres lutam para articular seu mal-estar. Nas sociedades liberais buscam primeiro a linguagem baseada nos conceitos de autonomia, justiça e direitos humanos. Essa parte de nosso vocabulário, no entanto, **não nos equipou para abordar temas mais difíceis como pelas práticas de clonagem, crianças projetadas e engenharia genética. É por isso que a revolução genômica induziu a uma espécie de vertigem moral.** Para compreender a ética do melhoramento, precisamos enfrentar questões que há muito se ausentaram do campo de visão do mundo moderno – relativas ao estatuto moral da natureza e à atitude adequada dos seres humanos em relação ao mundo “dado”. Uma vez que eles tocam na teologia, os filósofos e teóricos políticos modernos tendem a evitá-las. Entretanto, **os novos poderes da biotecnologia as tornam inevitáveis**” (Sandel, 2021a, p. 22, grifo nosso).

Esses aspectos, ressaltados por Sandel (2021a, p. 77), abrem espaço para a discussão da principal preocupação da licencianda Bianca – também compartilhada por outros licenciandos –, a saber, a eugenia, que discutiremos em mais detalhes em seções seguintes. A licencianda Alice, assim como Helena e Bianca, também afirmou não ter intenção de realizar a modificação genética, na situação apresentada, para aprimorar características não relacionadas à saúde.

Contudo, suas motivações divergem das apresentadas pelas demais. Alice demonstra não ter intenção de realizar a modificação, pois isso eliminaria o encantamento, a “*magia*” da surpresa em descobrir como a criança seria, afirmando que não faria escolhas relativas a essas características. Seu discurso reflete uma consideração moral que se fundamenta em uma ética das virtudes, também motivada por sentimentos relacionados à emoção, como é possível verificar no seguinte fragmento discursivo:

“Ah:: eu acho que não. Porque eu gosto de ter aquela curiosidade de saber, né? Menino ou menina... Então... você escolher tira um pouco da magia da coisa, né? De você saber, descobrir... Ah:: eu vou escolher como meu filho vai ser. Quando ele nascer, eu já vou saber como ele vai ser... Não, acho que não. Deixaria vir, assim... questões físicas do jeito que é para vir. E descobriria também do jeito normal. Se é menino ou menina. Não escolheria” (Alice).

A esse respeito, Sandel (2021a) reflete que há quem distinga o melhoramento genético de outras formas que as pessoas utilizam para aprimorar a si mesmas e seus filhos. Contudo, ele argumenta que a “[...] manipulação genética parece ser de certa forma pior – mais invasiva, mais sinistra – do que outras maneiras de melhorar o desempenho e buscar o sucesso. Mas, do ponto de vista moral, a diferença é menos significativa do que parece”. Além disso, concorda com os que afirmam que a bioengenharia é semelhante “[...] em espírito a outras formas por meio das quais os pais ambiciosos moldam seus filhos”; entretanto, adverte que, embora exista essa semelhança, isso não deve ser motivo para aceitarmos a manipulação genética de crianças, mas, ao contrário, é razão para questionarmos. Em suas palavras: “O hiperempenho dos pais, tão familiar em nossos tempos, representa **um excesso ansioso de maestria e dominação que deixa de lado o sentido da dádiva da vida. Isso o aproxima de modo perturbador da eugenia**” (Sandel, 2021a, p. 73, grifo nosso).

As análises evidenciam que, ao deslocar o debate para o contexto da manipulação genética de embriões, emergem tensões mais intensas e percepções mais conflitantes entre os licenciandos, especialmente no que diz respeito à ausência de autonomia e de possibilidade de consentimento. Esse deslocamento revela um campo fértil para explorar as dimensões éticas e morais associadas à integridade da vida, ao respeito à dignidade humana e à responsabilidade social frente ao uso da biotecnologia. Os discursos demonstram que, embora haja maior consenso quanto ao uso da manipulação genética para fins terapêuticos, persiste uma divisão de opiniões quando a finalidade é o aperfeiçoamento humano ou a modificação de características não relacionadas à saúde. Assim, a própria delimitação do que é “essencial” ou

“supérfluo” (Sandel, 2021a) torna-se um ponto de tensão, no qual valores, crenças e concepções de ciência se entrelaçam.

Nesse sentido, percebe-se que parte significativa dos licenciandos estabelece distinções entre usos aceitáveis e inaceitáveis da técnica, ancorando-se em princípios como autonomia, empatia, precaução e justiça social. As falas revelam um exercício de ponderação sobre as implicações sociais, políticas e econômicas da manipulação genética, especialmente quando vinculada ao aumento das desigualdades e à exclusão de determinados grupos, o que se alinha à perspectiva de que a educação científica deve considerar os contextos socioculturais e as dimensões éticas da ciência (Zeidler; Keefer, 2003; Hodson, 2018). Ao mesmo tempo, também emergem discursos que atribuem à ciência um papel salvacionista, sustentando uma visão otimista de que o avanço biotecnológico, se devidamente controlado, pode ser amplamente benéfico. Esse tensionamento entre confiança e cautela reforça a necessidade de desenvolver, na formação docente, competências críticas para avaliar não apenas a viabilidade técnica de inovações científicas, mas também seus impactos éticos e sociais de longo prazo.

Em síntese, a análise desta temática revela que, quando o debate sobre manipulação genética é situado no nível embrionário, os licenciandos apresentam posicionamentos mais polarizados e critérios de aceitação mais complexos, variando conforme a finalidade, o tipo de condição envolvida e o contexto social. A presença de argumentos baseados na saúde, na prevenção do sofrimento e na qualidade de vida convive com preocupações éticas ligadas à autonomia, ao consentimento e à integridade da vida humana. Diferentemente da discussão mais geral sobre manipulação genética em seres humanos, aqui o potencial de controvérsia se intensifica, exigindo dos participantes maior esforço reflexivo e justificativo. Essa especificidade evidencia como determinadas nuances do tema mobilizam valores e princípios de forma mais explícita, permitindo compreender não apenas as posições assumidas, mas também os fundamentos morais que as sustentam.

5.1.4 Temática 4: Sobre os possíveis motivos pelos quais justificariam nosso desejo de melhorar um ser humano (Por que deveríamos melhorar geneticamente um ser humano?)

Nesta **Temática**, buscamos sintetizar os principais fragmentos discursivos a respeito dos possíveis motivos que justificam o nosso “desejo” de melhorar um ser humano, inclusive nós mesmos. De modo geral, os licenciandos destacam que é intrínseco ao ser humano o desejo de mudar e se aprimorar. Isso pode ser observado em alguns fragmentos discursivos: “Porque o

ser humano gosta sempre de se modificar” (Joana); *“Porque o ser humano nunca está satisfeito com o que tem*” (Helena); *“Já estamos fazendo isso*” (Gabriel). Em contradição com esses discursos e percepções mencionados, as licenciandas Bianca e Alice apresentaram indícios de sensibilidade moral em seus relatos, evidenciando aspectos éticos e morais que abrangem as dimensões sociais, políticas e econômicas, conforme discutiremos mais adiante.

Tomemos, inicialmente, as reflexões da licencianda Joana, que, em seu discurso, sugere que o desejo de modificação está intrinsecamente ligado ao ser humano. Segundo ela, esse desejo reflete a busca por uma “perfeição”, visando atingir padrões socialmente construídos e impostos, de modo a se enquadrar na sociedade. O professor e psicólogo Jonathan Haidt, em sua busca por explicar por que as pessoas se segregam por causa de política e religião – a partir de diversos estudos do campo da Psicologia Moral, inclusive os seus –, chega à conclusão de que “[...] nossas mentes foram projetadas para a justiça de grupo” (Haidt, 2020, p. 340). Portanto, ele reflete que a segregação em relação a assuntos polêmicos não decorre de uma questão intrínseca de as pessoas serem “boas” ou “más”, mas da tendência de buscar aquilo que é familiar e confortável, restringindo as oportunidades de ouvir e conviver com quem pensa diferente.

Dessa forma, isso pode explicar por que tendemos a nos encaixar em grupos, seja com aqueles que compartilham nossas ideias, seja para nos sentirmos incluídos, experimentando o pertencimento a uma comunidade e compartilhando valores morais comuns. A imposição de padrões pela sociedade e a necessidade de fazer parte de grupos, assim, podem se refletir nas considerações morais das pessoas, conforme é possível verificar em fragmentos discursivos:

“Porque o ser humano gosta sempre de se modificar [...] A maioria de forma estética, a pessoa pensa... Quer chegar à perfeição. Aí:: esse é o problema [...] Quando a gente pensa em melhorar, em se modificar, a gente quer se tornar perfeito. Mas para seguir padrões que a sociedade impõe, né? A partir do momento que você escolhe outro caminho, você é jogado [para fora] da sociedade. Aí eu acho que a necessidade do ser humano querer se modificar, nem que seja nas suas bases genéticas, é exatamente isso” (Joana).

É possível notar que, embora ela evidencie em seu discurso que a busca pela perfeição constitui um problema, não se concentra nela; ou seja, não parece ser algo que a perturbe. Isso pode ser um indício de cegueira moral, indicando um possível comodismo moral com relação às possíveis implicações. Semelhantemente, essa constatação pode ser observada no discurso do licenciando Gabriel, que destaca a necessidade de intervenções que possibilitem a melhoria

do ser humano, advertindo que “[...] *não abusar dessa questão, esses princípios éticos e morais*” (Gabriel). Ele assinala a relação com questões éticas e morais, mas sem atribuir a devida atenção a elas, limitando-se a evidenciar a sua existência. Conforme apresentado no capítulo 1, a cegueira moral, de modo geral, está relacionada à incapacidade de sentir empatia ou de perceber implicações morais mais profundas. Nesse contexto, cabe refletirmos brevemente sobre esse conceito:

Quando empregamos o conceito de “insensibilidade moral” para denotar um tipo de comportamento empedernido, desumano e implacável, ou apenas uma postura imperturbável e indiferente, assumida e manifestada em relação aos problemas e atribulações de outras pessoas (o tipo de postura exemplificado pelo gesto de Pôncio Pilatos ao “lavar as mãos”), usamos “insensibilidade” como metáfora; sua localização básica é na esfera dos fenômenos anatômicos e fisiológicos dos quais é extraída - seu significado fundamental é a disfunção de alguns órgãos dos sentidos, seja ela ótica, auditiva, olfativa ou tátil, resultando na incapacidade de perceber estímulos que em condições “normais” evocariam imagens, sons ou outras impressões (Bauman; Donskis, 2021, p. 20).

Tais reflexões, elucidadas por Bauman e Donskis (2021), partem dos efeitos da modernidade e do mundo globalizado e acelerado que impede as pessoas de perceber e sentir dor, sofrimento, portanto de sentir empatia nessas situações. Além disso, argumentam que “[...] essa modernidade líquida transforma em banalidade não o bem puro e simples, mas o próprio mal” (Bauman; Donskis, 2021, p. 17). Conforme expõem os autores, às vezes a insensibilidade orgânica (corpórea) é “[...] desejada, artificialmente induzida ou administrada com a ajuda de analgésicos [...]”, por exemplo. Desse modo, a “[...] promessa de estar livre da dor, garantido contra suas futuras aparições, é uma tentação a que poucas pessoas conseguiriam resistir”. Portanto, a “função da dor, de servir de alerta, advertência e profilaxia, tende a ser quase esquecida quando a noção de ‘insensibilidade’ é transferida dos fenômenos orgânicos e corpóreos para o universo das relações inter-humanas, e assim conectada ao qualificativo ‘moral’” (Bauman; Donskis, 2021, p. 21).

Quando localizamos essa discussão no contexto atual de desenvolvimento e inovação científico-tecnológica, onde os artefatos da tecnociência são apresentados e vendidos sob promessas de resolver problemas e garantir qualidade de vida, sendo os possíveis danos e efeitos negativos desconsiderados, é possível perceber que a retórica do discurso positivo de progresso científico e tecnológico contribui para a incapacidade de perceber dilemas morais e éticos, perceber riscos, consequentemente contribuindo para uma “insensibilidade moral”, que,

por seu turno, pode gerar a cegueira moral. Aqui cabe localizar discussões sobre a sociedade atual do professor Byung-Chul Han em seu livro *Sociedade da Transparência*, no qual ele reflete, dentre outras problemáticas, sobre os efeitos danosos de uma sociedade positiva. Nesse sentido, adverte que aquele que ainda relaciona a transparência apenas com a corrupção e a liberdade de informação “desconhece o seu real alcance”. O autor ainda argumenta que “A pressão pelo movimento de aceleração caminha lado a lado com a desconstrução da negatividade” (Han, 2017, p. 11). Desse modo, “[...] a sociedade da negatividade dá espaço a uma sociedade na qual vai se desconstruindo cada vez mais a negatividade em favor da positividade. Portanto, a sociedade da transparência vai se tornando uma sociedade positiva” (Han, 2017, p. 9). Logo,

As coisas se tornam transparentes quando eliminam de si toda e qualquer negatividade, quando se tornam *rasas* e *planas*, quando se encaixam sem qualquer resistência ao curso raso do capital, da comunicação e da informação. As ações se tornam transparentes quando se transformam em *operacionais*, quando se subordinam a um processo passível de cálculos, governo e controle. O tempo se torna transparente quando é aplainado na sequência de um presente disponível. Assim, também o futuro é positivo em um presente otimizado” (Han, 2017, p. 9, grifos do autor).

Tais reflexões são essenciais e urgentes diante do desenvolvimento científico e tecnológico e das promessas de uma boa vida a partir dos seus artefatos e conhecimentos, os quais são desconsiderados e descontextualizados do discurso público, os possíveis danos e riscos, sendo a negatividade desconsiderada em função da positividade por meio de um discurso cuja retórica se baseia em promessas de benefícios, incluindo saúde, qualidade de vida e bem-estar. Esse cenário, bem como a retórica positiva propagandeada pelos meios de comunicação em massa, contribui para uma alienação da sociedade em relação a esses artefatos.

Conforme já alertado por Adorno (2020) ao tratar de temas como alienação, semiformação e cultura de massas promovidos por uma ideia de progresso e vendidos a partir de uma “fetichização” da mercadoria, aqui focamos nos artefatos e produtos da tecnociência. Por consequência, argumentamos que, se não é viável perceber os possíveis impactos, danos e consequências gerados, tampouco será possível desenvolver sensibilidade ou sentimentos como empatia, compaixão e solidariedade em uma sociedade na qual a negatividade é desconsiderada e apenas aquilo que é positivo é exaltado e reafirmado.

A licencianda Joana adverte que, se houver a possibilidade de melhorar algo sem causar prejuízos futuros, essa melhoria pode ser realizada. Seu discurso sugere a aplicação do princípio

da precaução, baseando suas principais considerações morais a partir da avaliação de possíveis consequências, especialmente relacionadas a riscos futuros. Em seu enunciado, ela afirma: “se você tiver uma opção de você melhorar alguma coisa de você, que lá na frente não traga diretamente prejuízo, acho que dá para ir sim” (Joana). Ela coloca como objeção à sua alegação a possibilidade de haver prejuízos em algum momento, conforme pode ser observado no seguinte enunciado: “Agora... se você está vendo que a curto ou longo prazo aquilo ali pode se transformar em outros problemas [relacionados à saúde], aí:: é melhor deixar como está. Mas é sempre o objetivo que a pessoa tem em mente” (Joana). Por fim, enfatiza que depende do objetivo e da intenção da pessoa que busca o melhoramento, deslocando a discussão de um sentido geral para uma decisão pessoal e individual, sem preocupações de ordem moral ou ética, seja em dimensões políticas ou sociais, o que vai ao encontro do discurso de Helena.

O discurso da licencianda Helena gira em torno da liberdade de escolha individual, portanto da autonomia do indivíduo de fazer o que bem entender com seu o corpo, como podemos evidenciar em seu discurso: “Ah... pode ser que algumas pessoas, elas queiram... Para elas pode ser que ter determinada característica seja um sonho. **Se a pessoa for de maior, se ela tiver já a responsabilidade de responder por si só e ela quiser, QUE FAÇA. Ela tem o livre-arbítrio de fazer.** Você não é forçada a nada. E ninguém pode ser forçado a nada. Porque mais cedo ou mais tarde, quando você tiver uma oportunidade, você faz. Então, se a pessoa quer, a pessoa faça” (Helena). Como já identificado e discutido em temáticas anteriores, embora ela defenda que não devemos alterar nossa essência, sustenta também preceitos de escolha individual (livre-arbítrio), defendendo que cada pessoa deve ser capaz de responder por si mesma. Dessa forma, a licencianda apresenta perspectivas distintas em relação ao melhoramento genético humano, variando quando se trata de si própria e quando se refere a outras pessoas. Ou seja, quando a situação se aplica a ela, não é favorável (exercendo o seu livre-arbítrio) a alterar qualquer elemento que possa modificar sua individualidade – aquilo que considera ser a essência da vida humana. Por outro lado, quando se trata de outras pessoas, suas considerações morais concentram-se na defesa do livre-arbítrio, que parece ser algo central para ela, apresentando uma perspectiva ética deontológica.

Por sua vez, o licenciando Gabriel apresenta um discurso que retoma elementos já expostos e evidencia sua preocupação central ao emitir juízo de valor sobre o tema, a saber, o acesso da sociedade em geral às informações sobre os avanços que possibilitam o melhoramento genético do ser humano. Além disso, ele enfatiza que a ausência de uma análise

das questões humanas – isto é, de como as pessoas irão reagir a esses avanços – constitui uma forma de “deficiência” no progresso científico, como podemos constatar em seu discurso:

*“Ao ponto que a gente está dando um passo de cada vez... Dando passos largos. Seria uma forma de uma deficiência nesse progresso, nesse progresso científico. Seria uma falha em analisar questões humanas, como as pessoas vão reagir. **Por isso que tem que ser passos grandes de certa forma, expostos em línguas para que as pessoas saibam o que está acontecendo**”* (Gabriel).

Dessa forma, percebemos que, embora o licenciando defenda fortemente o desenvolvimento e o progresso científico, inclusive acentuando que isso deve ocorrer em “passos grandes de certa forma”, argumenta e defende que isso deve ocorrer de modo que as pessoas saibam o que está ocorrendo, portanto defendendo a divulgação desses avanços e conhecimentos a partir de uma linguagem comunicativa de acesso público geral. Essa é uma defesa que vem sendo ressaltada por ele ao longo de seu discurso na etapa de diálogo individual, bem como em etapa posterior, na discussão em grupo focal, uma vez que reaparece nos debates coletivos sobre casos contendo os dilemas morais sobre a QSC.

Essa defesa constante, apresentada pelo licenciando Gabriel, de que as pessoas devem ter acesso e compreender o avanço científico-tecnológico, converge com o que já propusemos, fundamentados em Stengers (2018) e Carvalho e Orquiza-de-Carvalho (2020), no sentido de promover uma inteligência pública em ciência. Em outras palavras, defende-se uma educação científica que esclareça e capacite os cidadãos por meio de uma formação sociocientífica, preparando-os para uma ação sociopolítica responsável. Dessa forma, a formação desejada contribuirá para a promoção de valores pautados nos direitos humanos, bem como para o desenvolvimento do pensamento crítico e de habilidades comunicativas essenciais para a participação e discussão na esfera pública.

Conforme apontado no início da apresentação da **Temática 4**, duas licenciandas demonstraram indícios de sensibilidade moral em seus discursos. A licencianda Alice, por exemplo, enuncia o melhoramento como algo positivo, desde que voltado para as questões de saúde, como a prevenção de doenças genéticas. Contudo, ela ressalta que essa possibilidade deve ser acessível a todos, sem se restringir a grupos economicamente favorecidos. Em seu discurso, percebemos que Alice considera o melhoramento benéfico quando relacionado à saúde e articula as suas considerações morais com base em consequências, enfatizando a acessibilidade social como critério determinante para sua aceitação ou rejeição. Além disso, ela

fundamenta seu argumento em princípios, ao mobilizar o princípio da precaução, no sentido de prevenir doenças, e ao defender a igualdade de acesso, a partir do elemento da justiça às possibilidades geradas pelo avanço científico-tecnológico. Dessa forma, evidenciamos que o elemento justiça – que pode ser mobilizado por perspectivas distintas, se aproximando ou se afastando de cada uma das três perspectivas éticas a depender da sua concepção adotada, como discutimos previamente a partir de Sandel (2021b) – é recorrente entre as considerações morais dos licenciandos, como no discurso de Gabriel. A seguir, apresentamos o discurso de Alice:

“É possível sim. Pode melhorar. Mas, tipo... melhorar em questões de saúde, claro, seria MUITO BOM, né? Evitar [doenças]. Mas, tipo... que essa possibilidade seja um pouco mais aberta também [no sentido de mais pessoas terem acesso]. Não ficar ali naquela bolha, né? De pessoas com condições. Só aquelas pessoas fazem isso. Se for uma iniciativa que torne isso um pouco mais aberto [no sentido de acessível], mais viável, né? Porque não é justo uma pessoa milionária mudar o gene do seu filho com Síndrome de Down, sendo que aquela pessoa teria condições de dar uma vida... evoluir a vida daquela criança, né? Porque é errado eu falar de vida digna. É, tipo, poder evoluir as características daquela criança, e aquela pessoa de classe média ou classe média baixa ficar sem essa oportunidade, sendo que ela é quem mais precisa. Então, eu penso assim. Sim, é possível fazer. E eu concordo, só que em partes. Na parte de saúde. Não é... morfológicas, né? Características físicas. Isso. E não a parte estética. Porque eu acho importante a gente respeitar, nos respeitar e respeitar também a criança que vai nascer” (Alice).

Em seu discurso, é possível notar uma preocupação e um senso de justiça que defendem o acesso às tecnologias por pessoas economicamente vulneráveis – aquelas que, segundo Alice, mais necessitam usufruir desses avanços científico-tecnológicos, diferentemente de pessoas “milionárias”, que podem garantir uma vida de qualidade para uma criança com Síndrome de Down, por exemplo. Seu relato ainda expressa um sentimento de empatia para com aqueles que não dispõem de condições financeiras adequadas para assegurar o bem-estar e o desenvolvimento de uma criança com essa condição, defendendo que essas famílias também deveriam ter acesso a técnicas que possam garantir a saúde da criança. Dessa forma, Alice se declara favorável ao melhoramento no âmbito da saúde, especialmente na prevenção de doenças, e defende que o acesso a essas tecnologias seja ampliado, sobretudo para os mais necessitados. Ao mobilizar preocupações sociais e econômicas relativas ao acesso à técnica, ela evidencia contradições inerentes às promessas de “cura” e à sua efetivação para aqueles que realmente precisam dela.

Por sua vez, e de modo semelhante ao discurso de Alice, a licencianda Bianca também vê o melhoramento genético em humanos como algo positivo, desde que vinculado à saúde. Ela justifica sua posição destacando que muitas pessoas enfrentam problemas relacionados a doenças, como evidenciado em seu fragmento discursivo: “[...] Mas... **o melhoramento, pensando assim... no ponto de vista de saúde, eu acho interessante que ele ocorra. Até porque, como eu falei, algumas pessoas passam por muitos problemas relacionados a algumas doenças**” (Bianca). Além disso, a licencianda expressa preocupações de ordem social e econômica, como Gabriel e Alice, ao enfatizar que o acesso a essas tecnologias de edição genética, que possibilitam esse melhoramento, restringe-se a grupos sociais que dispõem de condições financeiras para arcar com os custos. Essa limitação evidencia a desigualdade social, refletindo uma percepção das contradições da tecnociência, como é possível observar em seu discurso:

“Só que eu também sei que não é uma coisa acessível. Alguns grupos [sociais], ainda, eles ficariam sem acesso a essas técnicas, que eu sei que também é uma coisa bastante cara, né? Então, melhorando assim, dando acesso a essas pessoas e ter a possibilidade para os tratamentos de doenças, eu acho bastante interessante. [...] eu acho que alguns grupos, eles acabaram ainda sendo excluídos. [...] a gente sabe que a fila de espera para muitas coisas, elas são bastante grandes. Então, eu ainda acho que ficaria muito restrita a um determinado grupo que tenha, de certa forma, um poder [condição econômica]” (Bianca).

É interessante notar que seu discurso diverge, em parte, do de Alice, ao focar não apenas na restrição de acesso em termos financeiros, mas também em aspectos raciais. Nesse contexto, Bianca demonstra preocupação com os possíveis preconceitos e discriminações enfrentados por grupos historicamente marginalizados, indicando virtudes como empatia e compaixão para com aqueles que sofrem tais injustiças, como a população negra. Ela exemplifica essa preocupação ao abordar a anemia falciforme, condição historicamente racializada e atribuída unicamente a pessoas negras, destacando elementos do racismo científico, como pode ser observado em seu discurso:

“[...] A gente sabe que as pessoas que têm um poder e que se sentem superiores a outros grupos poderiam usar isso de uma forma não tão legal [...] por exemplo, da anemia [falciforme], né? No caso que eu tenho mais proximidade. Então, eu acho que alguns grupos teriam mais acesso e poderiam usar isso para uma finalidade não tão legal. E outros grupos acabariam ficando excluídos. Porque eu sei que são técnicas, como eu falei, muito caras, que demandam, assim, um poder que seja maior. [...] A anemia

falciforme [...] a gente sabe que é uma doença que é tachada, né? [...] é... que... a gente sabe que, no caso da anemia [falciforme], ela é uma doença muito racializada, né? Associada a um determinado grupo. [...] Ah:: surgiu na África, só... [...] associar pessoas negras, né? As pessoas que acabam racializando a doença. Pode ser que causasse alguns processos de discriminação, e a questão dessas pessoas pensar também que, né, não é porque elas têm um traço que elas vão desenvolver a doença, que elas vão morrer, um diagnóstico final [...] eu acho que poderia ser que ocorresse alguns processos de discriminação relacionados a isso” (Bianca).

Tais preocupações e considerações evidenciadas no fragmento discursivo da licencianda são legítimas e urgentes, sobretudo considerando o contexto persistente de preconceito racial e discriminação no Brasil. Ademais, a preocupação se intensifica ao constatarmos que essas discussões – também presentes no discurso de outros licenciandos – se aproximam da seleção e edição de características não relacionadas a doenças genéticas graves ou letais por meio do aperfeiçoamento genético humano, o que se assemelha a uma nova forma de eugenia (Leite, 2006, 2007; Habermas, 2010; Furtado, 2019; Sandel, 2021a). Para nós, tais práticas podem ser entendidas como expressões concretas do racismo científico na atualidade (Bolsanello, 1996; Munanga, 2004; Wade, 2017), culminando em disparidades sociais ainda mais intensas. Além disso, essa licencianda, ao evidenciar a profunda contradição entre as promessas da manipulação genética para fins eugênicos, destaca e enfatiza a necessidade de cautela e respeito com as pessoas, apresentando uma consideração moral fundamentada na ética das virtudes.

A partir das análises, identificamos que o “desejo” de melhorar geneticamente um ser humano, inclusive a si próprio, foi frequentemente associado, pelos licenciandos, à busca por modificação, perfeição e adequação a padrões socialmente impostos. Tal percepção, observada nos discursos de Joana, Helena e Gabriel, revela uma tendência a legitimar intervenções a partir de critérios individuais ou estéticos, minimizando ou tangenciando implicações éticas mais amplas. Essa postura, à luz de Bauman e Donskis (2021), pode indicar formas de “insensibilidade” ou “cegueira moral”, isto é, a dificuldade em perceber dilemas morais e políticos quando o progresso científico-tecnológico é sustentado por uma retórica positiva e desprovida de “negatividade” (Han, 2017), o que reforça a alienação social (Habermas, 2014) frente aos riscos e danos potenciais. Usando as lentes teóricas da teoria crítica, particularmente das contribuições de Adorno (2020), essa alienação é reflexo de um processo sistêmico de semiformação dos atores sociais.

Alguns discursos, contudo, evidenciaram indícios de sensibilidade moral. Alice e Bianca, por exemplo, consideraram o melhoramento aceitável quando voltado à saúde,

especialmente à prevenção de doenças genéticas, desde que acompanhado de igualdade no acesso às tecnologias. Suas falas incorporam preocupações sociais, econômicas e raciais, aproximando-se de princípios de justiça e do princípio da precaução, bem como mobilizando virtudes como empatia e compaixão. Alice enfatizou a necessidade de acesso ampliado às camadas economicamente vulneráveis, enquanto Bianca ressaltou, além da questão financeira, o risco de reforço de preconceitos raciais, citando a anemia falciforme como exemplo de condição historicamente racializada e associada ao racismo científico. Questões que também emergem nos discursos categorizados nas temáticas anteriores, e aprofundamos nesta seção.

O discurso de Gabriel acrescenta outra dimensão relevante: a defesa de ampla divulgação e tradução pública dos avanços científico-tecnológicos, de modo a democratizar o conhecimento e possibilitar decisões mais informadas. Tal posicionamento converge com a noção de “inteligência pública em ciência” (Stengers, 2018; Carvalho; Orquiza-de-Carvalho, 2020), que vincula a educação científica à formação sociocientífica capaz de fomentar pensamento crítico, participação pública e ação sociopolítica responsável.

Por fim, as análises revelam que, embora parte dos licenciandos reconheça benefícios potenciais no melhoramento genético humano, especialmente no campo da saúde, há diferentes níveis de consciência e engajamento ético diante das implicações políticas, sociais e morais dessas práticas. As falas mais críticas sinalizam a importância de ampliar, na formação docente, o espaço para debates que articulem justiça social, compreensão dos diferentes processos de alterização, responsabilidade ética e análise crítica das contradições da tecnociência, de modo a combater a reprodução de desigualdades estruturais e novas formas de eugenia e racismo científico. Nesse sentido, uma educação comprometida deve assumir um duplo papel: o de denúncia das injustiças e exclusões historicamente perpetuadas – incluindo aquelas que se reconfiguram na biotecnologia – e o de anúncio de possibilidades emancipatórias concretas, capazes de redirecionar o uso da ciência e da tecnologia para enfrentar desigualdades históricas, reparar danos coletivos e afirmar a dignidade e o direito à vida de todos os grupos sociais.

5.2 ESPAÇO DOS RESULTADOS NA FENOMENOLOGIA: UMA ANÁLISE DOS ASPECTOS DA MORALIDADE DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA DISCUTIDA NOS DIÁLOGOS INDIVIDUAIS

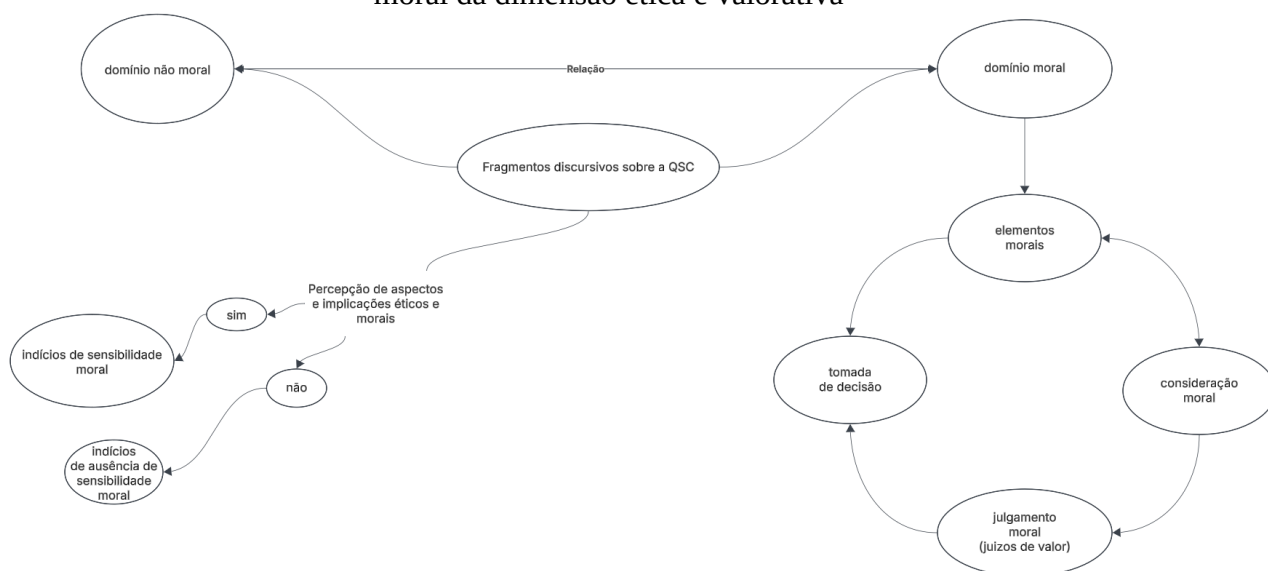
“Um comprometimento público maior com nossas divergências morais proporcionaria uma base para o respeito mútuo mais forte, e não mais fraca. Em vez

de evitar as convicções morais e religiosas que nossos concidadãos levam para a vida pública, deveríamos nos dedicar a elas mais diretamente – às vezes desafiando-as e contestando-as, às vezes ouvindo-as e aprendendo com elas”

(Michael Sandel, 2021b, p. 330)

A partir da análise dos dados constituídos na primeira fase do estudo – os diálogos individuais –, foram evidenciados aspectos e elementos valorativos oriundos de dois domínios da dimensão ética e valorativa, a saber, o domínio moral e o domínio não moral. Ambos se conectam e exercem influência no processo de consideração e julgamento moral. No primeiro momento, apresentamos elementos e fragmentos discursivos categorizados com base nesses domínios, conforme já esclarecido em capítulo anterior (Figura 08). Ademais, tais fragmentos permitem visualizar de forma mais clara a complexidade das relações entre esses domínios no processo de julgamento moral, bem como sua relevância para a sensibilidade moral.

Figura 8 - Estrutura geral de análise dos elementos que compõem os domínios moral e não moral da dimensão ética e valorativa



Fonte: Elaboração própria.

5.2.1 Aspectos e elementos morais identificados nos discursos dos licenciandos

Verificamos que, de modo geral, os licenciandos interpretam as situações envolvendo a QSC da manipulação genética em seres humanos com base em considerações morais, reações

intuitivas, emoção, conteúdo, etc. Vale destacar que, durante o processo de julgamento moral, os participantes mobilizaram diferentes aspectos, variando suas percepções e considerações morais à medida que os cenários (contextos) eram alterados. Uma das principais considerações observadas no processo de julgamento moral dos participantes foram as consequências. Nesse tipo de consideração moral, há a avaliação dos resultados projetados a partir de uma situação, comumente utilizando uma abordagem ética utilitarista para determinar o impacto esperado em relação ao bem-estar de outros membros da sociedade. Os licenciandos que destacaram essas considerações têm como preocupação central no processo de julgamento moral as possíveis consequências.

Conforme apresentado em capítulo anterior (capítulo 1), a vertente ética utilitarista é uma das principais vertentes consequencialistas, uma vez que consideram as possíveis implicações e os resultados de uma ação ou decisão, priorizando o bem-estar coletivo e as consequências práticas de suas escolhas éticas (Sadler; Zeidler, 2004; La Taille, 2006; Cebesoy, 2020; Seiter; Fuselier, 2021). Alguns exemplos de aspectos emergentes nos discursos dos licenciandos que levaram em consideração as consequências foram: usos para fins eugênicos, aumento da desigualdade social, restrições na acessibilidade social às técnicas de edição, afetar gerações futuras, possíveis problemas futuros de saúde, entre outros.

Vale salientar que, durante o processo de julgamento moral, as considerações dos licenciandos foram atravessadas por aspectos da dimensão emocional. Desse modo, a emoção também tende a influenciar o processo de julgamento moral e guiar a tomada de decisão. É possível citar como aspectos emergentes da emoção o sofrimento, dificuldades enfrentadas, medo, empatia, simpatia, indignação, culpa, solidariedade, compaixão, autonomia (liberdade de escolha) e justiça. Nesse sentido, os licenciandos adotam considerações morais baseados em emoções, geralmente, demonstrando empatia ou simpatia em relação aos personagens, ou situações apresentadas nos cenários dos casos contendo dilemas morais, considerando sentimentos como sofrimento, dor, possíveis dificuldades enfrentadas, entre outros. A influência de aspectos da emoção também é sinalizada em estudos diversos na literatura da área em Educação em Ciências que tratam das QSC (Cebesoy, 2020, 2021a, 2021b), bem como do campo da Filosofia e da Psicologia Moral (La Taille, 2006; Haidt, 2020).

De modo semelhante ao evidenciado no estudo realizado por Sadler e Zeidler (2004), nossos dados corroboram que, além das considerações morais do domínio ético, outros fatores emergem como temas relevantes no processo de tomada de decisão sobre QSC. Entre esses fatores, destacam-se as experiências pessoais dos participantes, os preconceitos familiares, as

preocupações com possíveis consequências, bem como as considerações religiosas e diversas crenças.

O discurso do licenciando Gabriel, ao enunciar que “**No primeiro momento, eu não tenho tanta preocupação, porque eu não estou tão aprofundado assim, né?**” (Gabriel), nos indica que o fator conhecimento sobre o assunto, embora não pareça ser determinante na tomada de decisão sobre a QSC, evidenciado nas análises, é um elemento consideravelmente importante para o embasamento e a formulação de justificativas em relação aos julgamentos morais, movidos por considerações morais criticamente refletidas e embasadas.

Conforme observamos nas análises das temáticas geradas a partir de recortes de fragmentos discursivos das entrevistas individuais dos cinco licenciandos, selecionados para esta etapa de análise, representativos de modo geral dos principais posicionamentos evidenciados nos demais licenciandos, nossos dados indicam forte influência de consideração moral baseada em aspectos emotivos e, em alguns casos, intuitivo e imediatista (para as respostas imediatas), geralmente atrelados a uma perspectiva da consideração de possíveis consequências, ligado à perspectiva ética utilitarista.

De modo semelhante, em estudo de Sadler (2003), os estudantes, ao discutirem dilemas envolvendo temas de engenharia genética, como o melhoramento genético humano, apresentaram um raciocínio moral consequencialista ao tentarem pensar no possível resultado que uma manipulação genética poderia trazer no futuro para tomarem suas decisões de acordo com essas possíveis consequências. Embora nosso estudo não tenha como foco o raciocínio moral, alguns aspectos são semelhantes, como a consideração das possíveis consequências ao exercerem juízos de valor sobre a manipulação genética em seres humanos.

De modo semelhante, Sadler (2003) identificou que os estudantes de sua pesquisa consideraram dois aspectos ao analisarem dilemas relacionados ao melhoramento genético humano, sendo um desses aspectos a utilização da manipulação genética para eliminar características desfavoráveis, a exemplo da doença de Huntington e a miopia. Nessa situação, a maioria dos estudantes se considerava favorável a esse tipo de manipulação genética. Por outro lado, o segundo aspecto levado em conta na análise dos dilemas era a manipulação genética para fins de aperfeiçoamento, como aumento da inteligência ou ainda a escolha de características físicas consideradas socialmente desejáveis.

Além disso, em estudo realizado por Guimarães, Carvalho e Oliveira (2010), foi identificada a importância do conhecimento biológico, a exemplo da genética, na tomada de decisões, embora não seja o fator determinante do processo de julgamento e tomada de decisões.

Com a nossa investigação, é possível inferir que o processo de julgamento moral dos futuros professores do estudo sofre maiores influências de um raciocínio moral baseado em aspectos emocionais e experiências de vida do que, especificamente, de conhecimentos científicos. O raciocínio moral consiste em um tipo de raciocínio informal, frequentemente considerado na discussão e resolução de dilemas sociocientíficos (Sadler, 2004b).

O pouco conhecimento sobre como os aspectos éticos e morais emergem durante discussões de temas controversos pode ser um dos dificultadores da abordagem desses aspectos durante debates de QSC em sala de aula pelos professores. Por esse motivo, o estudo aqui apresentado tem por pretensão contribuir, embora não tenhamos a pretensão de encerrar toda a lacuna relacionada a esses aspectos.

Evidências de empatia, solidariedade, egoísmo ético, cegueira moral, de princípios éticos, bem como situações experienciadas nas vidas dos participantes, emergem em seus discursos e influenciam seus julgamentos morais. De modo semelhante, em estudo realizado por Sadler e Zeilder (2004), estudantes demonstraram evidências de raciocínio racionalista, emotivo e intuitivo, sendo que o primeiro deles se embasou em considerações da razão, o segundo em considerações baseadas no cuidado e, por sua vez, o terceiro em considerações baseadas em reações imediatas ao contexto de um dos cenários apresentados. Esse último aspecto também foi observado em nosso estudo, e, como veremos na apresentação da discussão dos casos apresentados nos grupos focais, alguns cenários causaram reações de “choque” e “conflitos” que, inicialmente, causaram respostas imediatistas em alguns participantes.

Assim como no estudo de Sadler e Zeilder (2004), os participantes frequentemente usavam mais de um tipo de raciocínio em combinação enquanto tentavam processar individualmente cenários variados apresentados nos eixos temáticos do presente estudo, além da consideração de alguma implicação moral pelos participantes em alguns momentos do diálogo. Nossas análises iniciais coadunam a defesa de estudo anterior (Sadler; Zeilder, 2004) de que há a necessidade de garantir que as salas de aula de Ciências sejam um ambiente que valorize e dê espaço para a intuição e a emoção, além da razão.

Por sua vez, Cebesoy (2021b) acentua a influência determinante dos padrões de raciocínio dos participantes e suas percepções de risco nas suas decisões, moldando-as. Nesse sentido, afirma a importância de se determinar os padrões de raciocínio informal dos professores, aliados a suas percepções de risco no processo de tomada de decisões em questões sociocientíficas. Seu estudo buscou explorar os padrões de raciocínio informal dos professores de Ciências em formação e suas percepções de risco num tópico de questões sociocientíficas,

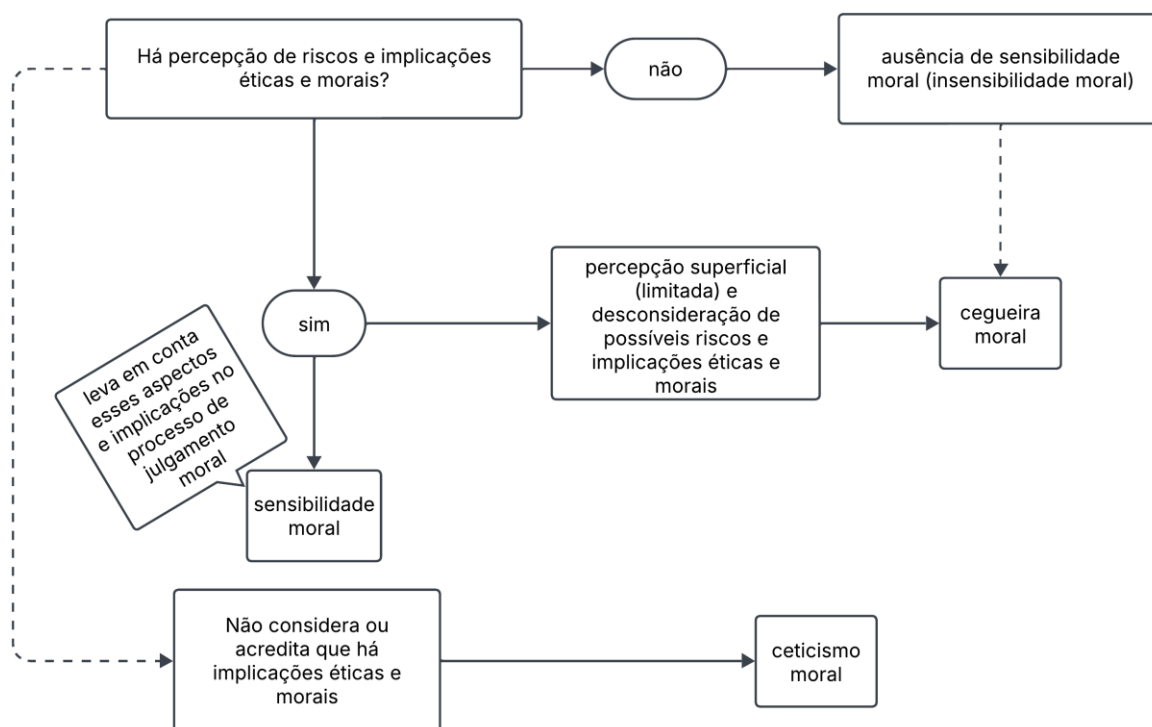
particularmente a terapia genética. Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa em que os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas com foco na terapia gênica da doença de Huntington e em casos de inteligência humana, tendo como participantes da pesquisa 11 professores de Ciências em formação, matriculados em duas universidades públicas.

Os resultados de sua pesquisa revelaram que esses futuros professores de Ciências tomaram decisões fazendo uso de um padrão de raciocínio racionalista, emotivo ou intuitivo, ou mais informal em conjunto. Adicionalmente, foi identificado que as percepções de risco em relação à terapia genética dos futuros professores basearam-se no potencial e na gravidade dos efeitos sobre a humanidade e a sociedade, a moral e os valores dos participantes, bem como nos efeitos secundários e numa preocupação geral incitada pelo medo. Também foram identificados aspectos positivos, negativos, e ambos concomitantemente, da tecnologia durante a tomada de decisões. Portanto, esses resultados reforçam a importância de incluir múltiplas formas de raciocínio, informação e percepções de risco nos cursos de formação inicial de professores de Ciências (Cebesoy, 2021b).

a) Sensibilidade moral, cegueira moral e principais defesas identificadas nos discursos: algumas considerações

A sensibilidade moral constitui a condição básica para o reconhecimento e a consideração das implicações éticas e morais (Grace; Ratcliffe, 2002; Zeidler *et al.*, 2002; Sadler, 2004a, 2004b; Sadler; Zeidler, 2004, 2005; Sadler; Donnelly, 2006; La Taille, 2006; Reis, 2007; Lindahl, 2009; Fowler; Zeidler; Sadler, 2009; Zingano, 2013; Silva; Santos, 2014; Bazzul, 2016; Corando, 2017; Hodson, 2018; Silva; Queiroz, 2019; Cebesoy, 2020; Haidt, 2020; Leij *et al.*, 2021; Seiter; Fuselier, 2021) das questões sociocientíficas. Sabemos que os avanços da tecnociência trazem consigo um cenário marcado por incertezas sociocientíficas e situações de risco. A Figura 9 apresenta um esquema que possibilita visualizar o processo de identificação dos indícios de sensibilidade moral, bem como dos vestígios de insensibilidade ou de uma condição de cegueira moral – esta última, em sua forma mais profunda, denota a indiferença em relação à situação ou às possíveis implicações percebidas (Bauman; Donskis, 2021). Trata-se de uma estrutura construída e embasada a partir do diálogo entre os dados desta pesquisa e o referencial teórico do campo da Filosofia, da Psicologia e da Sociologia aqui adotados, que pode ser utilizada como modelo para outras investigações com foco semelhante.

Figura 9 - Estrutura para identificação de indícios de sensibilidade, cegueira e ceticismo moral



Fonte: Elaboração própria.

A partir da leitura e análise dos registros transcritos das entrevistas, é possível diagnosticar e evidenciar a presença ou a ausência de sensibilidade moral nos licenciandos acerca da manipulação genética humana. Alguns exemplos de discursos e argumentos, categorizados quanto à identificação de indícios de sensibilidade moral ou à sua ausência, podem ser observados no Quadro 16.

Quadro 16 - Exemplos de fragmentos discursivos sobre sensibilidade moral

Categorias de análise (domínio moral)		Fragmentos Discursivos	Contexto
Sensibilidade moral	Presença	<i>"[...] Pode gerar produtividade, pode gerar avanços. <u>Todavia, eu presumo que já vamos entrar num meio muito mais social, muito mais voltado para a ética. Eu não sei se isso vai entrar em debate, em pauta, mas até quando, quais são os limites? Eu creio que o ser humano sempre busca o aperfeiçoamento, melhorar sempre, avanço... sempre progresso, mas até... até quando? Até que custo, né?</u>" (Paulo)</i>	Se já ouviu falar sobre engenharia genética, manipulação genética, edição genética

	Ausência	<i>“[...] eu vejo mais... que seria a parte que as pessoas ficarem muito divididas entre fazer ou não fazer... E por isso que eu não consigo enxergar nenhuma [implicação ética, política ou social], não.” (Raquel)</i>	Sobre a possibilidade de editar o material genético de uma pessoa
Cegueira moral		<i>“Éh:: mas eu acho que está no sentido de evolução, não é? Se for para a sobrevivência da humanidade, acho que poderia fazer [...] para mim, se for para saúde, não importa.” (Carol)</i>	Sobre melhorar/aperfeiçoar geneticamente uma pessoa
Ceticismo moral		Não foi identificado nas entrevistas.	—

Fonte: Elaboração própria.

A respeito da sensibilidade moral – que, de forma simplificada, diz respeito à capacidade de perceber e identificar aspectos e implicações éticas e morais em uma determinada situação (Sadler 2004b; La Taille, 2006) –, é possível inferir que, no início dos diálogos, a maioria dos licenciandos (Laura, Raquel, Carol, Sara, Gabriel, Luís, André, Helena, Rita, Bianca e Joana) não apresentou indícios de sensibilidade moral. Por outro lado, alguns licenciandos (Alice, Paulo, Renato, Camila, Milton e Diana) demonstraram indícios de sensibilidade em suas falas ao perceberem possíveis riscos e implicações éticas e morais. Esses riscos variam entre aspectos sociais e econômicos – como a desigualdade no acesso a essas “soluções” da tecnociência –, riscos à saúde decorrentes de implicações futuras da técnica e a contribuição para o preconceito étnico-racial, especialmente quando as possibilidades abrangem a esfera das características fenotípicas, e possíveis usos com fins eugênicos, indo além da aplicação da técnica como terapia genética, entre outros aspectos.

Nesse sentido, constatamos que, embora a maioria dos licenciandos não tenha percebido de modo imediato possíveis riscos e implicações, apresentando indícios de ausência de sensibilidade moral, essa situação não permaneceu inalterada ao longo da entrevista. Ademais, com o avanço dos diálogos e a apresentação de diferentes situações e cenários sobre o tema, passaram a identificar possíveis riscos e implicações éticas e morais. Essa constatação ressalta a importância do debate sobre essas questões para o desenvolvimento da sensibilidade moral. Outro aspecto relevante é que a condição de cegueira moral se revelou rara, já que os licenciandos demonstraram empatia com os personagens envolvidos e, à medida que as discussões progrediram, passaram a evidenciar possíveis implicações e riscos de diversas naturezas.

Por sua vez, o ceticismo moral não foi observado ao longo das entrevistas, pois não houve declarações que negassem a existência de aspectos éticos e morais na QSC apresentada.

Em estudo conduzido por Fowler, Zeidler e Sadler (2009), ficou evidenciado que a sensibilidade moral está intrinsecamente relacionada ao contexto. Assim como observado em nossos dados – por exemplo, nos discursos, destacados na apresentação das temáticas no início deste capítulo, de Bianca e Alice, e em alguns fragmentos das falas de Joana e Gabriel –, o contexto e os cenários apresentados influenciam a manifestação dessa sensibilidade, corroborando a sugestão desses autores de que seu desenvolvimento deve ser promovido por meio de experiências de aprendizagem científica incorporadas às questões sociocientíficas.

De modo semelhante, em um estudo anterior sobre a sensibilidade moral em questões sociocientíficas, particularmente no campo da genética (terapia genética e clonagem), Sadler (2004a) elucidou a importância da sensibilidade moral para a tomada de decisões informadas sobre questões complexas que envolvem ciência, sociedade e ética. Em seu estudo, constatou-se que os participantes demonstraram sensibilidade moral ao considerarem as implicações éticas dessas questões. Assim, o autor argumenta que os participantes (estudantes universitários) expressaram preocupações diversas relacionadas à vida, à saúde e ao bem-estar de outras pessoas, bem como aspectos naturais e de justiça. Tais preocupações foram, em certa medida, evidenciadas também na presente pesquisa, considerando as particularidades dos participantes. Isso reforça nossa defesa de que a dimensão moral e valorativa das QSC é essencial para a compreensão e uma eventual resolução dessas questões controversas. Portanto, essa dimensão deve ser contemplada nos currículos de Ciências e Biologia pautados em QSC, especialmente no contexto da formação de professores, para que essa abordagem possa ser efetivamente implementada na Educação Básica regular.

Em outro estudo, Sadler (2004b) aprofunda a análise da influência da sensibilidade moral na resolução de questões sociocientíficas e para isso recorre ao Modelo de Quatro Componentes de James Rest (Rest *et al.*, 1999), já mencionado (ver capítulo 2). Segundo esse modelo, para que um indivíduo inicie o raciocínio ou comportamento moral, é necessário que ele seja sensível às implicações éticas de uma situação, o que envolve interpretar as reações e os sentimentos dos indivíduos envolvidos, compreender possíveis motivos e implicações que podem afetar esses indivíduos, além de demonstrar empatia e capacidade de se colocar no lugar do outro. No trabalho, Sadler (2004b) solicitou que estudantes universitários de Biologia e Psicologia julgassem cenários relacionados à engenharia genética, elaborados de modo a serem adequados tanto para alunos do Ensino Médio quanto para universitários. Os resultados indicaram que todos os participantes demonstraram sensibilidade moral em pelo menos um dos cenários analisados. Contudo, muitos utilizaram considerações tanto morais quanto não morais,

refletindo a integração de múltiplos fatores no processo de julgamento moral e tomada de decisão; mesmo assim, as considerações éticas não prevaleceram necessariamente, com alguns participantes concentrando-se exclusivamente em aspectos morais ou não morais. Assim, é evidente que a sensibilidade moral, por si só, não garante que a decisão seja fundamentada exclusivamente em critérios do domínio moral. O autor conclui que o conhecimento científico, isoladamente, não amplia a sensibilidade dos estudantes para os aspectos éticos e morais das questões científicas, os quais devem ser abordados de forma explícita por meio de questões sociocientíficas no processo de ensino. Desse modo, a potencialidade das QSC para promover o desvelamento da camada da dimensão ética e valorativa dessas questões torna-se evidente, como também constatado em nosso estudo, seja durante as discussões sobre as **Temáticas** ou no debate dos casos nos grupos focais.

Em um estudo mais recente, realizado por Silva e Queiroz (2019), o objetivo foi promover a reflexão sobre dilemas éticos entre futuros professores de Química, por meio de QSC, visando desenvolver sua sensibilidade moral. Os autores buscaram criar oportunidades para que os licenciandos analisassem criticamente o impacto do conhecimento químico na sociedade e enfrentassem situações envolvendo decisões morais. De maneira similar ao estudo de Sadler (2004b), utilizaram o Modelo de Quatro Componentes (Rest; Bebeau; Volker, 1986) para analisar o grau de fundamentação moral nas respostas dos participantes. A sensibilidade moral dos alunos foi avaliada por meio da adaptação de um caso derivado de uma história em quadrinhos e da elaboração de uma grelha de aspectos morais correspondentes à situação narrada. Essa grelha constituiu o principal instrumento para mensurar os argumentos dos estudantes, permitindo a quantificação dos elementos morais presentes em suas justificativas. O estudo também fez uso do material *Moral Reasoning in Scientific Research*, desenvolvido no projeto *Teaching Research Ethics: A Workshop at Indiana University*, para estimular a argumentação em dilemas éticos no ensino de Química. Esse recurso pedagógico apresenta casos que envolvem situações morais, incentivando os alunos a refletirem sobre decisões éticas e a exercitarem o “raciocínio baseado em valores”.

Os resultados indicaram que os futuros professores apresentaram uma sensibilidade moral limitada antes das atividades didáticas, mas que essas atividades contribuíram positivamente para o desenvolvimento dessa sensibilidade. As dificuldades dos licenciandos em lidar com dilemas éticos foram atribuídas a uma moral heterônoma – em que as decisões são influenciadas por pressões sociais ou regras estabelecidas, em vez de serem fruto de uma reflexão interna sobre o que é certo ou errado (Kant, 2005; Guimarães, 2011; Silva; Queiroz,

2019) –, característica predominante na sociedade. Além disso, as discussões em sala de aula permitiram que os alunos revisassem e ampliassem suas respostas iniciais, evidenciando que a educação moral deve promover indivíduos críticos e conscientes dos aspectos éticos e morais presentes em situações complexas.

Assim, corrobora-se a ideia de que, por meio da abordagem de QSC e da apresentação de casos com dilemas éticos e morais, os futuros professores podem ser melhor preparados para lidar com questões éticas em sua prática, desenvolvendo habilidades de argumentação crítica e sensibilidade moral – atributos essenciais para a Educação em Ciências que tem por preocupação a formação crítica para o exercício pleno e consciente da cidadania (Krasilchik, 1987, 2000; Delizoicov; Angotti, 1992; Chassot, 1994; Auler; Delizoicov, 2001; Santos; Mortimer, 2009; Hodson, 2011, 2018) –, embora sejam necessários mais estudos que investiguem essa dimensão ética e moral das QSC em diferentes níveis de ensino.

Em um estudo realizado por Fowler, Zeidler e Sadler (2009) com o objetivo de avaliar o grau de sensibilidade moral dos participantes, foi adotada a rubrica elaborada por Clarkeburn (2002). Essa rubrica possibilita a análise do grau de sensibilidade moral por meio de uma escala que varia do Grau 0 ao Grau 3. O Grau 0 indica a ausência de qualquer consideração moral; o Grau 1 aponta indícios de preocupações morais, embora sem aprofundamento; o Grau 2 se refere a considerações que envolvem avaliações e/ou análises de riscos morais significativos; e o Grau 3, o nível mais elevado, indica considerações e análises de riscos morais graves, com a inclusão da avaliação das possíveis consequências morais. Em nosso estudo, como já mencionado, buscamos focar na presença ou ausência de indícios de sensibilidade moral, bem como na possível presença de uma condição de cegueira moral – conceito adotado a partir da contribuição sociológica de Zygmunt Bauman –, entendida como a extrema ausência ou a desconsideração dos aspectos éticos e morais nos processos de julgamento e tomada de decisões. Dessa forma, nosso enfoque não foi mensurar o nível de sensibilidade moral a partir de uma escala métrica, mas identificar como ela se manifesta, ou não, nas falas dos licenciandos, com ênfase nas considerações morais e em suas intenções e justificativas a partir das três principais vertentes éticas – no que denominamos por domínio moral, bem como de categorias que emergiram a partir do referencial teórico e dos dados encontrados, agrupadas no que denominamos de domínio não moral, conforme apresentaremos a seguir.

Ademais, conforme mencionado, embora a maioria das pessoas considere inquietantes determinadas formas de manipulação genética, não é fácil expressar o mal-estar que essa possibilidade gera (Sandel, 2021a). Essa dificuldade em articular, de forma precisa, os fatores

que efetivamente provocam esse desconforto em relação à manipulação da constituição genética humana também foram evidenciados nas falas dos licenciandos, como no exemplo do licenciando Renato, que expressou: “[...] Eu vejo, assim, que é... hum... algo complicado, mas que eu não consigo dizer, assim... efetivamente o porquê, né? Mais profundamente porque... Mas eu vejo algo como MUITO complexo assim, sabe?”.

Nesse sentido, ao longo das análises das entrevistas, foi possível verificar alguns aspectos e algumas perspectivas que apareciam constantemente nas falas dos licenciandos. Esses aspectos se configuram em defesas e aspectos essenciais que marcam suas falas ao longo dos diálogos e influenciam seus juízos de valor, conforme é possível visualizar no Quadro 17.

Quadro 17 - Principais perspectivas e defesas e/ou preocupações identificadas nas falas dos licenciandos

Participantes	Principais defesas/preocupações
Carol	Permitir a evolução do ser humano.
Laura	Garantir a qualidade de vida.
Sara	Não contribuir com novas práticas eugênicas, desigualdade social e preconceito com os diferentes.
Diana	Garantir a qualidade de vida.
Raquel	Promover a qualidade de vida.
Paulo	Segurança e manutenção da vida.
Gabriel	Avanço da ciência e garantir o acesso a esse avanço por todos.
Renato	Preocupações sociais com a possibilidade de racismo e eugenia.
Camila	Preservar a individualidade e a integridade (essência da natureza humana).
Rita	Individualidade do ser (essência da natureza humana).
André	Preocupações sociais com a possibilidade de eugenia.
Luís	Singularidade da vida humana (essência da natureza humana).
Helena	Individualidade (essência da natureza humana) e livre-arbítrio.
Joana	Individualidade e autonomia do ser.
Bianca	Preocupações sociais com a possibilidade de racismo e eugenia.
Milton	Preocupações sociais com a possibilidade de racismo e eugenia.

Fonte: Elaboração própria.

Entre os participantes, diversas preocupações e defesas se manifestam de forma consistente, influenciando seus juízos de valor. Por exemplo, as licenciandas Laura, Diana e Raquel destacam a importância de garantir a qualidade de vida – aspecto também defendido por Gabriel, embora com ressalvas –, enquanto Carol enfatiza a evolução do ser humano e não percebe implicações éticas e morais; por isso, inicialmente, interpretam a manipulação genética como uma “promessa” e uma “solução” capaz de prevenir o surgimento de possíveis doenças e garantir a qualidade de vida estimada. Particularmente, Laura, Raquel e Carol expressam, na maior parte de suas considerações morais, preocupações com os possíveis benefícios para o maior número de pessoas e, por essa razão, seus processos de julgamento moral tendem a se fundamentar na perspectiva ética utilitarista. Cabe mencionar que a maioria dos licenciandos tende a apresentar considerações morais que podem se basear em mais de uma vertente ética ao mesmo tempo, ou, ainda, variar conforme a situação.

Por sua vez, Gabriel ressalta o avanço da ciência aliado ao acesso igualitário a esses benefícios, refletindo uma perspectiva que valoriza as soluções científico-tecnológicas. Já Diana, Alice e Paulo – este último enfatizando especialmente a segurança e a manutenção da vida –, embora reconheçam as promessas das técnicas de edição genética de garantir uma vida digna, demonstram cautela e prudência ao julgar as situações e tomar decisões frente aos dilemas morais envolvidos, apresentando considerações que se aproximam de uma perspectiva ética das virtudes.

Em outra vertente, Renato, André, Bianca, Milton e Sara expressam preocupações sociais relacionadas ao uso da biotecnologia para fins eugênicos, bem como à intensificação de preconceitos e do racismo. Esses posicionamentos indicam fortes indícios de sensibilidade moral quanto às implicações desses possíveis usos, percebendo-os não apenas como soluções, mas também como fontes de dilemas e controvérsias.

Por fim, há um grupo que valoriza a preservação da individualidade e da integridade da essência humana, como evidenciado por Camila, Rita, Luís, Helena e Joana. Helena e Joana, mais especificamente, também ressaltam a importância do livre-arbítrio e, por isso, apresentam considerações morais fundamentadas na vertente ética deontológica.

b) Outros elementos e aspectos do domínio moral e não moral presentes e determinantes na consideração e no julgamento moral

Além da identificação de indícios de sensibilidade moral, evidenciados também nos discursos analisados nesta seção, buscamos identificar aspectos e elementos relacionados às considerações morais e aos juízos de valor dos licenciandos. Dessa forma, identificamos as principais perspectivas éticas – das virtudes, utilitarista e deontológica – presentes em suas considerações. Essa análise contribui para a compreensão dos elementos considerados no processo de julgamento moral sobre a manipulação genética, seja com finalidades de terapia gênica ou de aperfeiçoamento humano, revelando as principais percepções, preocupações e defesas. Alguns exemplos representativos são apresentados no Quadro 18.

Quadro 18 - Exemplos de fragmentos discursivos das três perspectivas éticas normativas

Categorias de análise (domínio moral)	Fragmentos Discursivos	Contexto
Perspectiva ética das virtudes	<i>“[...] sobre você ter o poder genético de mexer naquele embrião antes dele se desenvolver, <u>você manipula ele [o embrião] a seu bem-querer, eu acho que não seria muito ético [...] [sem] o consentimento nem nada [...] Ele não tem escolha de dizer que sim, que não. Vem outra pessoa e mexe tudo nele antes mesmo dele existir.</u>” (Joana)</i> <i>“[...] tem que haver um melhor aprofundamento de quem está fazendo esse procedimento e qual a índole, e o que vai ser feito, porque mexer com o indivíduo, <u>brincar de moldar as pessoas esteticamente falando, é preocupante [...]</u>.” (Paulo)</i> <i>“... [incômodo moral] seria a questão de <u>você buscar essa perfeição, você acreditar que as pessoas poderiam ser facilmente editáveis. E você querer impor aquilo como uma característica para o seu filho também...</u>” (Diana)</i>	Sobre a possibilidade de manipular geneticamente embriões Sobre a manipulação de características genéticas não relacionadas à saúde de um possível filho
Perspectiva ética utilitarista	<i>“[...] se a gente pudesse salvar algumas vidas, pudesse, de certa forma, <u>devolver a qualidade de vida para algumas pessoas [...]</u>.” (Bianca)</i> <i>“[...] considero moralmente aceitável porque de certa forma vejo benefícios... não vejo pontos negativos... <u>são questões que podem beneficiar as pessoas... [...] muitas doenças podem ser erradicadas, e isso é muito bom, é uma evolução... eu penso assim.</u>” (Gabriel)</i> <i>“[...] Talvez com o desenvolvimento do estudo a gente pare pra pensar, né? Algo que eu paro pra pensar, <u>será que posso ter tal doença? Pensando numa perspectiva que seja uma coisa que pode diminuir um dano lá na frente, realmente acho que é benéfico...</u>” (Rita)</i>	Sobre a possibilidade de editar o material genético de uma pessoa

Perspectiva ética deontológica	<i>“[...] se eu mudo [a constituição genética], eu mudo o direito dele do que ele vinha, ele tinha que ter vindo ao mundo. Ele vinha de um jeito, então eu mudei. Se ele tiver de mudar, deixa ele mudar quando ele crescer. Quando ele sair e ele tiver o livre-arbítrio, ele escolhe [...].” (Helena)</i> <i>“[...] Eu não mudaria as características em mim, então acho que também não seria justo eu escolher, né, e modificar características de uma outra pessoa... Então seria algo que eu seria totalmente contra.” (Diana)</i> <i>“[...] nem virou bebezinho ainda, então acho que essa parte me incomoda um pouco... está invadindo ele... os direitos dele de vir como ele tem que vir” (Laura)</i>	Sobre a manipulação de características genéticas não relacionadas à saúde de um possível filho

Fonte: Elaboração própria.

Perspectiva ética das virtudes

Alguns discursos dos licenciandos se apoiam em justificativas que se aproximam de uma perspectiva ética das virtudes, como é possível verificar neste enunciado: *“[...] mais uma vez, eu volto a reafirmar, [a manipulação genética] tem suas vantagens, tem... isso é progressista, muito, muito progressista, é visionário, mas ainda com calma, cautela [...]”* (Paulo). Esse enunciado demonstra um posicionamento equilibrado em relação às “promessas” e “soluções” da tecnociência. Embora reconheça os possíveis aspectos positivos das técnicas de edição genética – caracterizadas como “progressista” e “visionária”, atributos frequentemente associados a um forte poder transformador da tecnologia, o que pode, em alguns casos, remeter a uma visão determinista da tecnologia (Leite, 2006) –, a insistência em termos como “calma” e “cautela” indica uma preocupação com os limites éticos e morais e com os riscos potenciais dessa prática. Tal postura sugere que seus efeitos não são vistos como inevitáveis, aproximando-se, assim, de uma perspectiva ética das virtudes ao enfatizar virtudes como prudência e responsabilidade em sua aplicação. Além disso, o discurso reflete indícios de sensibilidade moral.

Convém lembrar que a ética das virtudes, diferente das outras duas vertentes, foca no caráter do agente moral, não na ação em si. Dessa forma, ao se deparar com alguma questão que exige uma consideração ou ação moral, o indivíduo pondera a partir da perspectiva do que um agente virtuoso faria naquela situação (Bonjour; Baker, 2010; Beckert, 2012; Zingano, 2013). Nessa perspectiva, *“[...] O agente precisa refinar a sua sensibilidade moral para poder, em cada situação em que se encontra, perceber qual é a resposta moral adequada a ela. O agente*

aparece aqui como mais relevante do que a regra moral para que possamos saber o que devemos fazer” (Zingano, 2013, p. 31).

Essa perspectiva ética fica ainda mais evidente durante o processo de julgamento moral do licenciando Paulo, no momento em que ele pondera a sua consideração moral, quando voltamos nosso olhar para outro fragmento de seu discurso, vejamos:

“[...] Se ele [o melhoramento genético humano] for utilizado com boas intenções e você acabar aperfeiçoando ou até melhorando uma capacidade cognitiva [...] Falo com BOAS intenções... Éh:: no sentido de sempre melhorarmos a vida humana, né? Permanência e manutenção, mais uma vez... o conforto também, que isso gera conforto para as pessoas [...] Todavia, eu reforço que existe um entendimento muito mais complexo de se mexer com o gene [...] Vai depender muito das intenções e da forma e o recorte que esse indivíduo éh:: para ele ou na pesquisa que está sendo tratada. Mas assim... tem, tem as minhas ressalvas em relação a isso, e eu vejo que é necessário um maior aprofundamento, maior pesquisa e que seja sempre observado [...]” (Paulo).

Esse enunciado revela uma posição ambivalente e reflexiva. Por um lado, o licenciando reconhece os avanços da ciência e da tecnologia por meio de suas “promessas” e “soluções”, destacando os benefícios potenciais da manipulação genética – como a melhoria das capacidades cognitivas, o conforto e a melhoria da vida humana. No entanto, também há indícios de uma percepção de dilemas e controvérsias, pois, apesar dessas “promessas”, em seu discurso, ressalta a complexidade ética envolvida na manipulação da constituição genética, evidenciada na expressão “mexer com o gene”. Além disso, ao enfatizar “boas intenções”, o licenciando salienta a importância do caráter do indivíduo nas finalidades de utilização da técnica, afirmando que esta deve ser aplicada de maneira benéfica. Dessa forma, para o licenciando, a utilização da manipulação genética está diretamente relacionada às intenções, ao caráter e ao modo de uso, indicando ressalvas quanto à sua aplicação e evidenciando virtudes como cautela, prudência e responsabilidade. Ademais, a preocupação com os limites éticos e a necessidade de um debate mais aprofundado apontam para indícios de sensibilidade moral, aproximando essa consideração moral da perspectiva ética das virtudes, que valoriza justamente essas qualidades (ou seja, virtudes como as mencionadas). Outros discursos com considerações morais fundamentadas na ética normativa das virtudes também foram observados por outros licenciandos. Nesses enunciados é possível observar virtudes como cautela, prudência e respeito (um ser humano não é um instrumento]. Assim, humano não é e nem pode ser considerado um instrumento a ser manipulado, sendo percebido um incômodo moral com a instrumentalização da vida. Vejamos alguns exemplos:

“[...] [sobre a manipulação genética] Sim, éh... Eu acho um pouco problemático também [...] imperfeição [...] eu acho que seria algo extremamente problemático de você... impor uma característica ao filho para que isso seja do seu agrado. Então não concordaria” (Diana).

“[...] é como se os seres humanos sempre pudessem ser apenas peças que fossem reajustadas, sabe? Não é como se nós fôssemos humanos em si [...]” (Diana).

“[imagine a possibilidade de você mexer geneticamente em um embrião] [...] Para mim, seria um pouco problemático. É como se você literalmente tivesse criando um produto transgênico.... para mim... me dá muito essa semelhança de você criar uma coisa no laboratório, sabe? [...] não concordaria” (Diana).

“[...] por mais que seja uma ideia muito interessante, né? Da gente talvez melhorar o ser humano... Eu acredito que também seja preocupante, porque já vincula ao utópico que a gente havia comentado, de querer mudar as próprias características como uma forma de ser agradável, de atingir um nível de perfeição, não sei se seria até uma visão egoísta da gente melhorar o ser humano, porque a gente faria isso? [...] Sempre é o benefício de nós mesmos [também remete ao egoísmo ético do ser humano como centro de tudo (antropocentrismo)]” (Diana).

“[...] eu tenho a impressão que isso não é para o momento atual de agora. Eu acho que tem que haver uma demanda de pesquisa... [...] de temática, mas eu presumo que há relevância, eu ainda acho que é necessário ter cautela... [...] você pode ter o livre arbítrio de ser quem você é ou não, mas tudo vai depender... dessa questão da índole do indivíduo... [...] a gente tem que sempre ressaltar a importância de que isso é prejudicial, porque isso não vai ferir só os direitos humanos... fere com a moralidade” (Paulo).

“Não deveria existir. [...] Se o seu benefício prejudica o dos outros, já não é um coletivo. [...] Visar sempre o melhoramento para o bem coletivo e nunca individual ou de uma pequena classe de pessoas” (Renan).

“[...] [sobre a manipulação genética em uma futura criança] Eu seria a favor a partir do ponto... do nível... Será que eu daria a qualidade de vida essencial para essa criança? Se ela nascesse com a doença, então eu acharia muito viável, porque eu acho que ela teria uma vida muito mais digna sem aquela doença” (Renan).

Perspectiva ética utilitarista

Alguns discursos dos licenciandos se apoiam em justificativas e considerações morais fundamentadas em uma perspectiva consequencialista, mais especificamente na ética utilitarista. Nessa vertente, a avaliação das consequências é essencial para determinar o valor moral de uma ação: se os resultados geram benefícios para o maior número de pessoas, a ação é considerada boa; caso contrário, é tida como ruim. Por exemplo: “[...] deixar manipular vai

fazer com que a ciência evolua um pouco sobre isso, né? Porque a gente precisa desse experimento, né?... Muitos vão se beneficiar...” (Laura). O discurso da licencianda destaca a importância dos experimentos e da manipulação como um meio para promover avanços científicos que beneficiem a sociedade. Ela argumenta que permitir tais manipulações pode impulsionar a evolução da ciência, trazendo benefícios para um número significativo de pessoas. Essa abordagem enfatiza que, se as consequências positivas (ou seja, o avanço científico e o bem-estar coletivo) superarem os riscos envolvidos, a intervenção se justifica moralmente.

Ou, ainda, convergindo para uma visão mais salvacionista e determinista da ciência e da tecnologia, como no discurso de Gabriel: “[...] *considero moralmente aceitável porque de certa forma vejo benefícios... não vejo pontos negativos... são questões que podem beneficiar as pessoas... [...] muitas doenças podem ser erradicadas e isso é muito bom, é uma evolução... eu penso assim*” (Gabriel). Sob a perspectiva da ética utilitarista, como vimos, a avaliação moral se baseia na análise das consequências de uma ação. No Fragmento Discursivo apresentado, o licenciando argumenta que a prática em questão é “*moralmente aceitável*” justamente porque ele identifica benefícios sem perceber pontos negativos. Ele destaca que “*muitas doenças podem ser erradicadas*” e enxerga essa possibilidade como uma evolução positiva. Essa justificativa está embasada em fundamentos utilitaristas, que sustentam que uma ação é ética se, e somente se, ela maximiza o bem-estar e gera benefícios para o maior número de pessoas. Assim, a consideração moral do licenciando reflete uma perspectiva consequencialista utilitarista, na qual o valor moral da ação é determinado pelo seu potencial de promover melhorias e reduzir sofrimentos.

Singer (2018), ao analisar a biotecnologia e a engenharia genética sob a ótica do utilitarismo de preferência, argumenta que a moralidade de uma ação deve ser avaliada pela sua capacidade de maximizar o bem-estar e minimizar o sofrimento de todos os seres sencientes. Essa perspectiva contribui para compreender alguns posicionamentos observados entre os licenciandos, especialmente aqueles que consideraram a edição genética moralmente aceitável quando direcionada à redução do sofrimento e à promoção de uma vida digna. Essa leitura dialoga com Sadler e Zeidler (2004), que destacam que, em questões sociocientíficas, os julgamentos morais frequentemente se apoiam em raciocínios consequencialistas, ponderando resultados e impactos das ações. Ao mesmo tempo, a defesa de Frankena (1981) de que princípios e virtudes devem atuar de forma complementar amplia essa interpretação, lembrando que, mesmo quando guiados pela maximização do bem-estar, os julgamentos morais podem

incorporar preocupações com justiça, igualdade e respeito à diversidade humana. Assim, parte dos discursos favoráveis à manipulação com finalidade terapêutica revela uma orientação utilitarista, mas que, em alguns casos, se combina a princípios de justiça e virtudes morais, configurando posições híbridas que integram mais de uma vertente ética em um mesmo julgamento.

Outro discurso, do mesmo licenciando, que também apresenta uma consideração moral embasada no utilitarismo a ser evidenciada, sobre as promessas biotecnológicas de melhoramento genético em seres humanos, é: “[...] *[sobre o melhoramento genético] questão de seleção, se for relacionado a possíveis doenças hereditárias, não tem por que ser contra... poderia ser contra quando houvesse uma seleção irrelevante como cor de olhos, né? É questão de sobrevivência, de qualidade de vida...*” (Gabriel). Em seu discurso, Gabriel se concentra na avaliação das consequências práticas das escolhas seletivas. Assim, a seleção genética seria justificável se promovesse o bem-estar geral, ou seja, se prevenisse doenças hereditárias que afetassem a qualidade de vida dos indivíduos. Ele sugere que, no caso da manipulação genética voltada à saúde, não haveria motivos para ser contra. No entanto, considera que a prática pode ser questionável em situações de seleção por características estéticas, como a cor dos olhos, que não impactam diretamente a sobrevivência ou o bem-estar. Dessa forma, a ética utilitarista valoriza intervenções que maximizem os benefícios para a sociedade e os indivíduos.

Ou, ainda, no discurso de Luís: “*A manipulação no caso de doença, sim, porque ela é uma patologia que vai afetar a vida daquele embrião... ela pode ser difundida entre os descendentes do embrião...*” (Luís). O licenciando aceita a intervenção genética em casos de doenças hereditárias ao focar nas consequências negativas de não agir. Ele argumenta que, se a “patologia” afetar o embrião, haverá um imenso impacto em sua qualidade de vida e, potencialmente, a transmissão dessa condição para seus descendentes, que afetará a vida do embrião. Nesse contexto, a manipulação genética justifica-se pela perspectiva de maximizar o bem-estar e reduzir o sofrimento tanto do indivíduo quanto das gerações futuras, alinhando-se à ideia de que uma intervenção é moralmente aceitável se seus benefícios superarem os riscos envolvidos. A partir dessa perspectiva ética, os licenciandos tendem a considerar e julgar o avanço da biotecnologia, por meio dessas possibilidades de manipulação genética, como algo benéfico por gerar “soluções” (promessas de curas e tratamentos) para a sociedade.

Perspectiva ética deontológica

Alguns discursos dos licenciandos se apoiam em justificativas e considerações morais que não se concentravam nas possíveis consequências das manipulações genéticas humanas ou nos resultados de testes genéticos. Dessa forma, fundamentaram suas considerações morais na ética deontológica, ressaltando principalmente princípios, deveres e obrigações, priorizando o cumprimento de normas morais independentes das consequências das ações. É possível evidenciar isso no discurso da licencianda Helena, por exemplo, no qual ela enfatiza a importância de respeitar os direitos inerentes e a integridade do embrião: “[...] se eu mudo [a constituição genética], eu mudo o direito dele do que ele vinha, ele tinha que ter vindo ao mundo. Ele vinha de um jeito, então eu mudei. Se ele tiver de mudar, deixa ele mudar quando ele crescer. Quando ele sair e ele tiver o livre-arbítrio, ele escolhe [...]” (Helena). Em seus discursos, Helena argumenta que, ao modificar a constituição genética de alguém, ocorre uma alteração em sua identidade natural – que seria a essência da vida humana, discutida nas temáticas e em uma seção posterior – e, conseqüentemente, em seu direito de “vir ao mundo” de maneira autêntica. Para ela, essa intervenção viola um dever moral fundamental: o de não interferir na essência de um indivíduo sem seu consentimento. Segundo essa visão, qualquer modificação genética deveria ser adiada até que o próprio indivíduo alcance a maturidade e possa exercer seu livre-arbítrio, e/ou autonomia, para decidir sobre sua própria constituição. Essa posição evidencia a solidez (rigidez – apresentada no capítulo 1) dos princípios deontológicos, que colocam o cumprimento dos deveres e o respeito à dignidade humana em primeiro lugar, sem levar em conta as consequências das intervenções. Outro exemplo é o discurso do licenciando Luís sobre a possibilidade de seleção e alteração de características não relacionadas a saúde, vejamos: “[...] então... mexer com isso eu acho que fere muito os direitos humanos [...]” (Luís), ou ainda os fragmentos de discurso a seguir:

“Isso a partir do momento que isso vá interferir no livre-arbítrio daqueles, entendeu? No caso dos embriões, obviamente eles não tinham um arbítrio, porque eles não podem decidir... mas você MOLDAR aquele indivíduo... que foge do poder de singularidade dele, das características que ele deveria ter, entendeu? Eu acho que então o meu linear [limite para a manipulação genética do embrião] seria a partir do momento que isso não é interferido na vida daquele, daquele algo ali, entendeu? Então eu acho que mexer nessas características atrapalham, atrapalham, entre aspas, né, a singularidade daquele indivíduo, acho que isso aí é” (Luís).

“Eu acho que é necessário toda indagação possível em cima disso para que tenha um controle de qual decisão tomar, do que vai ser melhor e com que isso não fira os direitos humanos” (Luís).

O discurso de Luís evidencia uma profunda preocupação com a preservação do livre-arbítrio e da singularidade inerentes a cada indivíduo. Ele argumenta que a manipulação genética deve ser evitada quando interfere nas características únicas do indivíduo, sobretudo no caso de embriões – que não possuem a capacidade de decisão. Para Luís, alterar essas características molda o indivíduo de maneira que viola o direito à sua própria singularidade, um valor fundamental na ética deontológica, que prioriza o respeito incondicional à dignidade humana e aos direitos inerentes a cada pessoa. Além disso, defende que é imprescindível estabelecer controles rigorosos e promover uma indagação contínua sobre as decisões a serem tomadas, garantindo que tais intervenções não infrinjam os direitos humanos. Essa posição e consideração moral ressaltam que, independentemente dos benefícios que possam advir de uma intervenção genética, o respeito aos deveres morais e à integridade individual deve sempre prevalecer, condizente com o imperativo categórico, pois, de acordo com Kant, devemos tratar os indivíduos como fins em si mesmos e nunca meramente como meios para alcançar um objetivo. Assim, a preocupação expressa por Luís em preservar o livre-arbítrio e a singularidade do indivíduo reflete esse princípio fundamental, exigindo que quaisquer intervenções genéticas respeitem a dignidade humana e não comprometam os direitos “invioláveis” de cada pessoa.

Desse modo, ao longo das análises, identificamos um número mais expressivo de discursos e considerações morais fundamentados na ética utilitarista, seguida da ética das virtudes e, por fim, com menor ocorrência, a ética deontológica. Além disso, também identificamos algumas dificuldades na identificação de alguns fragmentos de discurso que pareciam se fundamentar em elementos mais comuns, ou semelhantes, dessas vertentes éticas, aspecto que gerou maior dificuldade na categorização desses discursos. Frankena (1981) não trata essas correntes éticas como mutuamente excludente, argumentando que princípios e virtudes devem atuar de forma complementar para a constituição de uma ética robusta. Tal perspectiva sustenta nossos achados de que os licenciados podem – e, muitas vezes, o fazem – mobilizar mais de uma vertente ética no mesmo julgamento moral. Em outras palavras, podemos afirmar, a partir desse autor, que a ética requer princípios para orientar nossas ações, ao mesmo tempo em que exige virtudes para moldar nosso caráter, sendo que nenhum dos dois, isoladamente, é suficiente para a vida moral.

Nesse sentido, identificamos que algumas falas dos licenciandos revelam mais de uma perspectiva ética simultaneamente, possibilidade também sinalizada em Nunes-Neto e Conrado (2021), como no fragmento discursivo sobre a possibilidade de escolher outras características genéticas não relacionadas à saúde para um possível filho: “[...] *desnecessário. Eu não tenho*

necessidade [...] É como se a criança não fosse ser real, entendeu? Não fosse ser ela mesma, fosse... como se fosse uma boneca, entendeu?” (Carol). Esse trecho revela uma preocupação com a integridade e a autenticidade da natureza da criança. O discurso da licencianda Carol demonstra que alterar características genéticas implicaria “desumanizar” ou “objetificar” o ser humano, reduzindo a criança a uma espécie de “boneca” que pode ser “editada” e, por isso, deixa de ser ela mesma. Em outras palavras, evidencia um indício de sensibilidade moral. Quanto à perspectiva ética, a preocupação central é com o valor intrínseco da pessoa, o que se alinha com uma perspectiva deontológica – enfatizando que a pessoa tem direitos e um valor que não deve ser comprometido por intervenções externas, independentemente das possíveis consequências. Além disso, essa perspectiva dialoga com a ética das virtudes ao valorizar a autenticidade e a integridade como qualidades essenciais para uma vida moralmente plena.

Outro fragmento discursivo que aponta elementos de mais de uma perspectiva ética consiste na fala da licencianda Laura sobre a manipulação genética em embriões: *“[...] Eu não acho isso certo, ficar invadindo esse espaço daí [do embrião]”*. Esse enunciado expressa uma avaliação moral negativa acerca da intervenção no embrião, sugerindo uma percepção de que há um território ou uma integridade que não deve ser violada, o que indica indícios de sensibilidade moral. Em termos de perspectiva ética, a crítica à “invasão” de um espaço pode ser associada a uma postura ética deontológica – que enfatiza o respeito a limites éticos e à preservação de direitos e à integridade do outro (neste caso, o embrião). Também pode ser associada à ética das virtudes ao valorizar virtudes como prudência e o respeito por fronteiras morais, embora a ênfase no “eu não acho isso certo” e na violação de um espaço que, a princípio, não deveria ser violado aponte mais fortemente para uma fundamentação ética deontológica.

Sua avaliação moral e crítica sobre essas possibilidades de manipulação genética em embriões também é observada em outro fragmento de seu discurso, que aborda a prática de seleção de embriões por meio de técnicas de reprodução assistida, como a fertilização *in vitro*, como enuncia: *“[...] Eu já não acho tão certo quando aquelas pessoas vão fazer fertilização [in vitro] e elas ficam com aquela tabelinha para escolher”* (Laura). Em seu discurso é possível identificar um desconforto com a ideia de reduzir esse processo a critérios preestabelecidos, sejam eles quais forem. Ademais, essa crítica expressa em sua fala remete principalmente a uma fundamentação ética deontológica, pois parece defender que há certos limites e princípios (como o respeito à dignidade humana e à integridade do processo reprodutivo) que não devem ser transgredidos, independentemente das possíveis vantagens ou benefícios que tais escolhas possam oferecer. Contudo, há também uma ressonância com a ética das virtudes, na medida em

que se valoriza uma abordagem que leve em conta e preserve a autenticidade e a integridade dos processos naturais e humanos.

A aproximação entre as perspectivas éticas deontológica e das virtudes, conforme evidenciado nas falas analisadas, pode ser explicada a partir de alguns pontos comuns. O primeiro deles diz respeito à valorização intrínseca do ser humano, logo que ambas as abordagens éticas reconhecem um valor intrínseco à pessoa. Na ética deontológica, há o imperativo de respeitar direitos e a dignidade humana como fins em si mesmos, sem que se negocie a integridade em troca de benefícios. De modo semelhante, na ética das virtudes, a ênfase recai sobre o cultivo de um caráter que respeita a natureza humana e promove a autenticidade, o que reforça a ideia de que cada pessoa deve ser respeitada em sua essência.

Outro aspecto que pode ser mencionado, e está diretamente interligado com o anterior, é a existência de limites morais. Por exemplo, nos fragmentos discursivos analisados, a não concordância e o incômodo moral com práticas que “objetificam” o ser humano – como transformar a criança em uma espécie de “boneca” ou reduzir escolhas de embriões a uma “tabelinha” – refletem uma preocupação legítima em não ultrapassar certos limites que violariam a integridade do ser humano. Essa visão está alinhada tanto com a perspectiva deontológica, que estabelece limites morais inegociáveis, quanto com a ética das virtudes, que valoriza o desenvolvimento de qualidades morais que preservem a integridade e a autenticidade do indivíduo.

Desse modo, embora possuam focos de análise distintos, a integridade e o respeito com a dignidade humana são inegociáveis. Enquanto a ética deontológica se concentra em princípios, se preocupando com o cumprimento de deveres e normas – como, por exemplo, o respeito a direitos fundamentais, independentemente das consequências –, a ética das virtudes se preocupa com o caráter do agente moral – enfatizando a importância de desenvolver virtudes como a honestidade, a prudência e o respeito. Os discursos analisados sugerem uma rejeição à ideia de manipulação genética que possa comprometer esses princípios, mostrando uma convergência na valorização de práticas e escolhas que promovam o bem moral e a integridade humana.

Portanto, podemos inferir que, embora os fundamentos teóricos das duas abordagens éticas normativas sejam distintos – uma baseada em regras e obrigações e a outra em qualidades de caráter –, ambas se encontram na defesa de uma moral que coloca a dignidade, a autenticidade e os limites éticos do ser humano acima de interesses utilitaristas ou meramente instrumentais. Nesse sentido, permitem ser possível compreender por que os discursos criticam

práticas que reduzem a vida humana a um objeto de manipulação ou escolha, destacando a importância de preservar sua integridade moral e existencial.

Ademais, embora distintas, essas vertentes não são excludentes, sendo a vida moral mais bem orientada pela integração de forma equilibrada entre princípios e virtudes (Frankena, 1981). Essa perspectiva fundamenta a análise empreendida e reforça a importância de que a dimensão ética e moral das QSC seja articulada à dimensão atitudinal dos conteúdos, ampliando as possibilidades formativas para além dos aspectos conceituais e procedimentais. Assim, debates envolvendo dilemas morais no ensino de Ciências e Biologia podem não apenas favorecer a compreensão crítica das implicações sociais, políticas e ambientais da tecnociência, mas também oportunizar o desenvolvimento de valores e atitudes voltadas ao engajamento sociopolítico e à transformação social.

Categorias do domínio não moral

Durante essas análises, conforme já assinalado em estudos da área (Zeidler; Keefer, 2003; Sadler, 2004b; Sadler; Zeidler, 2004; Cebesoy, 2020; Seiter; Fuselier, 2021), identificamos, além dos aspectos do domínio moral, outros elementos variados (que denominamos elementos do domínio não moral, dentro da dimensão dos valores) que exercem papel determinante no processo de julgamento moral. Tais elementos foram apresentados no capítulo 4, e alguns exemplos de discursos categorizados a partir desses aspectos podem ser verificados no Quadro 19.

O termo “domínio não moral” é adotado neste estudo para evidenciar que há esferas de consideração e julgamento moral na vida das pessoas oriundas de aspectos variados, como experiências pessoais, concepções e visões sobre a ciência, crenças (por exemplo, religiosas), entre outros. Inspirando-nos nos estudos de Jonathan Haidt, especialmente em sua obra *A Mente Moralista: por que pessoas boas são segregadas por política e religião*, na qual apresenta uma abordagem teórica que implica uma distinção entre questões percebidas como essencialmente morais e aquelas que não são moralizadas, adotamos a compreensão de que muitos dos nossos julgamentos morais são fundamentados em intuições instantâneas, irrefletidas e emocionais (Haidt, 2020).

Ademais, conforme argumenta o autor, para diferentes grupos culturais ou contextos, certos temas podem ser elevados ao *status* “moral”, enquanto outros permanecem no campo do pragmático. Ainda que o autor não defina formalmente o conceito de “domínio não moral”, sua

teoria sugere uma divisão entre áreas – ou, como adotamos aqui, domínios dentro da dimensão ética e valorativa –, aqui denominadas domínios dentro da dimensão ética e valorativa – em que os juízos morais predominam e outras que são tratadas de forma mais prática ou utilitária, influenciadas por aspectos como o conteúdo e as experiências de vida. Assim, reconhecemos que diferentes pessoas tendem a perceber e interpretar o mundo de maneiras distintas, o que se reflete em variadas preocupações morais (Haidt, 2020) e se aproxima da perspectiva fenomenográfica, que pressupõe que existem diversas formas de perceber e descrever os fenômenos experimentados (Marton, 1981, 2000).

Dentre os aspectos do domínio não moral, destaca-se a categoria ***experiências de vida***, que diz respeito a experiências pessoais diversas dos licenciandos, às quais eles recorrem no momento de analisar e emitir juízo de valor. A emergência e a influência desse aspecto também foram identificadas em estudos anteriores, conforme constatado em discursos desses licenciandos. Observamos, ainda, que as experiências pessoais influenciam as considerações morais sobre testes genéticos – comercializados por laboratórios privados e divulgados por meio de mídias digitais, como canais do YouTube, por divulgadores da ciência patrocinados por esses laboratórios e em redes sociais, por meio de influenciadores e famosos do meio artístico. Essa influência foi evidenciada nas falas de alguns licenciandos, como o caso de Laura, que afirmou ter interesse em realizar testes genéticos, particularmente aqueles que avaliam a predisposição genética em razão de questões familiares. Ela enuncia: “[...] *minha família tem diabetes. Então eu queria saber mais para ver o quanto por cento de chance eu posso ter éh:: de desenvolver diabetes... para eu poder mudar meus hábitos, né?*” (Laura). Além disso, essas experiências de vida podem influenciar a percepção sobre o uso de técnicas de edição genética voltadas à condição de saúde. Em geral, os licenciandos aceitam e defendem tais técnicas por considerá-las benéficas; no entanto, o discurso de Sara revela fortes influências de suas experiências pessoais no desenvolvimento de empatia, como ilustrado em seu enunciado:

[...] se eu tivesse um filho, eu acho que não [faria a edição genética por questões de saúde]... [...] meu irmão é uma pessoa com deficiência, né? Então a gente se apegou muito àquele indivíduo, tipo assim, éh:: por que excluir, né? [...] Eu acho que eu me preocuparia se fosse para uma predisposição genética de algum tipo de doença, sabe? Algum tipo de doença, como, por exemplo, uma doença grave, não como diabetes [...] Só se fosse realmente uma doença que acometesse a vida dele, prejudicasse a vida dele inteira [...] vivesse em estado vegetativo... Só nesses casos [...] (Sara).

Outro aspecto relevante, observado nas considerações morais dos licenciandos, é a categoria da ***perspectiva naturalista***, relacionada à existência de uma essência da natureza humana que evidencia a preocupação com a manutenção e a integridade dessa essência. Ao refletirem sobre as possibilidades de edição do material genético de um ser humano, os licenciandos apresentam, ao longo do diálogo, um discurso que valoriza o que consideram ser a essência do indivíduo, apresentando preocupações quanto à possível manipulação ou alteração dessa natureza. Assim, afirmações como “*essência da vida humana*”, “*individualidade*”, “*ser único*”, “*algo que é intrínseco do indivíduo*”, “*é a identidade dele*”, “*é muito singular o ser humano*” e “*Todos somos particulares*” aparecem em seus discursos, apontando esse elemento em suas considerações morais, conforme evidenciado nos enunciados discursivos a seguir:

“Não. Essas questões assim... eu não concordo, não [...] Acho que cada pessoa, ela já nasce com... com algo que é intrínseco do ser, sabe? Eu acho que cada pessoa já tem aquilo, né, especificamente ali [no seu interior] que ele se torna um ser, né? Então... eu acho que é muito complicado você modificar algumas questões... visando o melhoramento no sentido dessas características [fenotípicas a partir da edição genética] que eu falei, né? Principalmente nas características, como eu falei/ mencionei anteriormente... cor da pele, cor dos olhos... Achei muito problemático, né verdade? Porque parte de uma questão de aceitação também do que você é [...]” (Renato).

“[...] Creio que eu preservo as minhas características, porque eu acho que o ser humano, ele é o único. Ele nasce com gene [constituição genética], e é específico, é dele, é a identidade dele, é a digital dele e... Que você pode manipular... [demonstra certa preocupação e gesticula com a cabeça em movimento de negação]...” (Paulo).

“Eu acho... Eu sou totalmente contrário a isso [manipular, editar e/ou melhorar um ser humano], certo? Porque eu acho que é muito singular o ser humano, assim como todos os seres que vivem no nosso planeta, eu acho que o ser humano também... Ele é muito singular em suas características e tudo mais. A variabilidade genética que cada ser humano tem é única de cada um, certo? Você tem as suas características físicas e psicológicas [...]” (Luís).

Essa preocupação e esse incômodo moral com a possibilidade de alterar a nossa própria natureza em sua essência mais finda são compartilhados também por pensadores como Habermas (2010) e Sandel (2021a). Como vimos, Habermas se opõe incisivamente ao emprego de exames genéticos embrionários, como o DGPI, bem como à manipulação genética destinada a aprimoramentos que não tenham fins terapêuticos. Segundo essa perspectiva, só se justificaria assumir que o indivíduo afetado concordaria com um objetivo, claramente, eugênico se isso resultasse na prevenção de danos extremos e generalizados. Por sua vez, Sandel (2021a) alerta

para o fato de que os avanços na genética trazem, simultaneamente, uma promessa – de tratar e prevenir doenças – e um dilema, pois possibilitam a manipulação da nossa própria natureza.

No entanto, conforme evidenciamos em nossos dados, argumentamos que nem sempre os dilemas ficam tão bem expostos, sendo muitas vezes ofuscados pelo “brilho reluzente” das promessas. Estamos realmente preparados para enfrentar esse dilema de forma consciente e crítica, se nem sempre conseguimos percebê-lo claramente? Tais preocupações tornam-se especialmente relevantes diante dos contínuos avanços da tecnociência e da carência de uma formação crítica que desenvolva a sensibilidade moral. Será que as possíveis implicações para o futuro da natureza humana estão sendo consideradas nas discussões sobre o tema? Como detectar as inconsistências e contradições do desenvolvimento científico e tecnológico se o percebemos apenas a partir de suas promessas de soluções isentas de danos?

Outro aspecto recorrente observado nos diálogos com os licenciandos foi a presença de menções e influências provenientes de notícias da mídia e de diversas produções audiovisuais (como filmes, séries, documentários, etc.), categorizadas como *Influências midiáticas*, a partir de fragmentos de seus discursos. Esse aspecto também foi constatado em estudos anteriores (por exemplo, Sadler, 2004b; Guimarães, 2011). Notamos que, em diversos momentos, os licenciandos referiam-se a filmes, notícias e outras produções ao argumentarem sobre a QSC em estudo – seja como meio pelo qual tiveram acesso a informações sobre o tema, seja ao discutirem conceitos mais específicos, como o conceito de gene. A seguir, apresentamos alguns exemplos de fragmentos discursivos em que esses elementos e menções aparecem, evidenciando conhecimentos sobre o tema, conforme observado no caso de Carol, Sara e Gabriel quando questionados se já conheciam ou tinham ouvido falar sobre engenharia genética, manipulação, edição e/ou melhoramento genético humano: “[...] *é como se fosse modificar o gene de uma pessoa... por exemplo, naquele filme GATTACA e como você escolher éh:: como vai ser o seu filho*” (Carol); “[...] *Uma vez eu estava vendo a rádio e... falou bem assim, caso surpreende [...] um homem recebe óvulo de porco, alguma coisa assim... E o povo ficou/ foi uma loucura [...]*” (Sara);

“[...] escuto falar que isso é melhorar falhas ligadas a doenças... como o caso do HIV, que fizeram um melhoramento genético [...] eu já vi notícias sobre... vi que na China teve uma edição genética em crianças para que elas fossem resistindo ao vírus do HIV... E também na ficção científica, né? A gente sempre ouve falar de filmes ou sobre a edição genética adicionando um gene novo... ouvi falar que, quando envolve genes, envolve mudanças de mutações. Algum tipo de alteração, né?” (Gabriel).

Outro exemplo que merece destaque são os fragmentos das falas de Rita e Carol quando foram questionadas sobre se já tinham ouvido falar sobre testes genéticos: “[...] *alguma atriz que falou ter predisposição para ter câncer de mama, que fez esses testes...[...] Essa atriz foi em busca de saber, acho que deveria ter indício na família, né? Recorrência desse tipo de câncer... e, para evitar, ela tirou uma glândula, não lembro se foi bem assim, mas com isso ela já preveniu [...]*” (Rita) e “[...] *na internet [...] um teste de verificar possíveis doenças*” (Carol).

Conforme mencionado, outro aspecto que se revelou influenciado pela mídia foi a compreensão sobre o conceito de gene, como é possível observar nas falas dos licenciandos. Observemos como exemplo o discurso de Gabriel: “[...] *vem de nosso código genético... **eu vi novamente em ficção e jornais, mostrando aquela cadeia de DNA [...] dados atrelados às informações de característica de quem a pessoa é...***” (Gabriel). Como é possível evidenciar em sua fala, o licenciando apresenta uma visão determinista de genes, conforme veremos mais adiante. No entanto, neste momento, já é possível associar a influência midiática à aquisição de conceitos, muitas vezes equivocados, do campo científico, especialmente a partir de filmes de ficção científica, que parecem ser uma de suas principais produções consumidas, como observamos recorrentemente em sua fala. Outro exemplo diz respeito à influência da mídia na percepção, ou não, de possíveis implicações sociais e éticas sobre a QSC. Vejamos o discurso de Diana:

“[...] vou falar um caso, né, que aconteceu, que foi até famoso, na verdade, que foi uma cantora [...] ela estava é:: esperando um filho e ela queria determinar qual era o sexo do bebê. Eu sei que foi uma bomba [polêmica] na época e todo mundo sempre ficou nessa discussão. Então eu sempre via muitas pessoas que eram a favor, né? Mas também eu via muitas pessoas que eram contra. Então foi algo que gerou um extremo debate entre as pessoas e que elas não conseguiram entrar em um consenso. [...] Eu acho que sempre geraria lacunas, que geraria desagrado [...] mas que seriam benéficas para outro lado. Então, sempre teria algumas ressalvas” (Diana).

Desse modo, evidencia-se o papel da mídia na formação da percepção pública, tanto na forma como as questões sociocientíficas são divulgadas quanto na maneira como essa influência molda a opinião popular. Esse aspecto também foi evidenciado por Guimarães (2011) em sua pesquisa com futuros professores de Biologia sobre a QSC das células-tronco, realizada em um período de intensa discussão midiática. É amplamente reconhecido que a mídia exerce um papel significativo na abordagem de temas controversos, como se observa no debate sobre pesquisas com células-tronco (Nisbet; Brossard; Kroepsch, 2003), o que se assemelha à atual discussão

sobre técnicas de edição genética, impulsionada pelas promessas divulgadas no âmbito do Projeto Genoma Humano (Leite, 2006).

No caso das pesquisas com células-tronco, Reis (2008) aponta que, no Brasil, a mídia tendeu a enfatizar de forma positiva as implicações médicas e científicas, relegando a segundo plano os aspectos éticos, políticos e religiosos envolvidos. Em contraste, as técnicas de edição genética, sobretudo quando direcionadas à manipulação genética em seres humanos, sofreram um abalo inicial na opinião pública com a polêmica envolvendo o cientista chinês He Jiankui, que alegou, em 2018, ter realizado a primeira edição genética em embriões humanos – uma afirmação ousada e moralmente controversa. Embora essa situação tenha inicialmente gerado inquietação quanto às aplicações dessas técnicas, o contínuo redirecionamento da atenção pública para outros avanços científicos – como os testes genéticos cada vez mais acessíveis e as promessas do uso das técnicas de edição no arrecadamento de doenças hereditárias, acompanhados de discursos que prometem “corrigir” os “defeitos” dos nossos genes de forma determinista – acaba ofuscando as implicações éticas e os possíveis danos decorrentes dessas práticas.

Como destacado por Guimarães (2011), Gallian (2005) chamou esse fenômeno, relacionado ao caso das pesquisas com embriões, de “ciência-espetáculo”, enfatizando que as promessas de cura e tratamento estão longe de se concretizarem e ressaltando que, após a euforia que antecedeu a aprovação da lei de biossegurança, surgiram discursos pautados na prudência e na cautela quanto a esses avanços. Essas reflexões parecem se adequar bem ao contexto atual das promessas das técnicas de edição genética. Essa forte influência da mídia na percepção pública sobre questões sociocientíficas acentua a urgência de aprimorar as competências de leitura crítica e a alfabetização midiática num currículo orientado por uma abordagem de questões sociocientíficas, conforme destacado por Hodson (2013).

Outro aspecto importante, embora identificado com menor frequência em nosso estudo, foram os discursos que evidenciaram uma análise dos possíveis riscos do uso das técnicas de edição genética em humanos, os quais foram categorizados como ***percepção de risco e segurança da técnica***. Essa constatação – de pouca evidência de percepção de risco e de segurança – reflete, em parte, a influência da mídia na opinião pública, como discutido anteriormente. Ademais, tais discursos podem indicar uma compreensão mais aprofundada sobre os genes, salientando as contradições entre a precisão das edições e as implicações da interação complexa e dinâmica entre genes e ambientes. Essa reflexão inclui possíveis consequências futuras, relacionadas a aspectos como expressão gênica, mutações e epigenética,

conforme evidenciado em alguns fragmentos discursivos extraídos dos diálogos com os licenciandos:

“[...] Li uma matéria e percebi que a qualquer alteração genética pode implicar em consequências futuras” (Gabriel).

“[...] tenho uma preocupação de que isso possa acarretar em uma nova doença, em novas mutações... mas acho que essas coisas estão sendo feitas de maneira certa, temos laboratórios com regras para garantir isso...” (Gabriel).

“[...] se seria algo que poderia modificar ou então alterar a capacidade de/ se ele pode estar inativando uma doença, será que ele poderia, na verdade, promover outra? E... como seria isso a um longo prazo? [...]” (Diana).

“[...] poderia haver efeitos colaterais com relação a isso, se alguma coisa também poderia ser modificada ou alterada e se isso poderia ser expresso em um... a longo prazo” (Diana).

Além disso, as considerações morais de alguns dos licenciandos também estavam atreladas à perspectiva cientificista (cientificismo) – que reflete uma forte crença na ciência como capaz de resolver todos os nossos problemas – e a uma crença no poder transformador da tecnologia, o determinismo tecnológico. Inicialmente, foram categorizadas de modo independente, no entanto vários discursos cientificistas também ressaltam o poder transformador da tecnologia, assim optamos por apresentá-las e discuti-las juntas.

Esses discursos que refletem de modo mais contundente o cientificismo foram categorizados em ***perspectiva salvacionista da ciência*** e, quando refletiam apenas o poder da tecnologia, em ***determinismo tecnológico***. Como veremos, foram raros os casos em que o determinismo tecnológico aparece sozinho; geralmente, ele aparece juntamente com uma visão salvacionista atrelada à ciência. Desse modo, alguns fragmentos discursivos podem ser recuperados para a discussão desses aspectos, que influenciam concretamente o modo como os licenciandos percebiam, de forma mais imediata, as promessas da engenharia genética humana – por meio da discussão sobre a edição genética em seres humanos e testes genéticos –, sem evidenciar com facilidade os dilemas e as controvérsias inerentes ao tema.

Sobre as discussões envoltas na possibilidade de manipulação e melhoramento genético humano, alguns licenciandos expressaram fortemente essa concepção salvacionista da ciência, como podemos conferir nos enunciados de Gabriel: *“[...] gosto da ideia de a gente estar avançando. Porque isso significa que a gente pode consertar problemas ligados a doenças*

hereditárias” (Gabriel); “[...] *de certa forma dou muito valor à evolução genética, porque ela pode acabar com várias situações... ainda mais porque estudo biologia*” (Gabriel). Nesses dois fragmentos de seu discurso, nota-se a presença do cientificismo, na qual o avanço científico é visto como um meio para solucionar problemas reais, como as doenças hereditárias. Como observado, Gabriel expressa entusiasmo com a ideia de progresso, associando o avanço científico à possibilidade de “consertar” problemas relacionados à saúde, o que reflete uma confiança absoluta no poder da ciência para transformar a realidade. Ademais, enfatiza o valor da “evolução genética” como solução para diversas situações problemáticas, especialmente do ponto de vista de alguém que estuda biologia. Essa visão, típica da perspectiva salvacionista, evidencia a crença de que o desenvolvimento científico e tecnológico não apenas gera benefícios, mas também possui uma função redentora, capaz de erradicar desafios que afetam a qualidade de vida das pessoas.

Ou, ainda, quando os licenciandos emitiam afirmações sobre já terem ouvido falar sobre os temas, de modo mais geral: “[*já ouviu falar sobre engenharia genética*] *Transgênicos... éh... a ovelha Dolly, né? Tem até aquelas, como é mesmo?... células artificiais. Também tem a ver com isso, né? Como se fosse para retirar uma doença que a pessoa pode ter no futuro... já existe muito estudo comprovando isso... é o futuro, né?*” (Carol). Esse discurso da licencianda, quando ela destaca haver estudos comprovando os exemplos que menciona em sua fala, fornece fortes indícios de uma concepção de objetividade e verdade científica (Gil-Pérez *et al.*, 2001; Lacey, 2010). Aliado a isso, seu discurso reflete uma familiaridade superficial com os temas de engenharia genética e biotecnologia, utilizando referências culturais amplamente difundidas – como a ovelha Dolly – para construir sua compreensão. Ao mencionar “células artificiais” e relacioná-las à prevenção de doenças futuras, demonstra uma crença no potencial transformador da biotecnologia, alinhada à perspectiva salvacionista da ciência. Essa visão, contudo, é expressa de forma genérica e imprecisa, indicando que, para Carol, o futuro da biotecnologia se apresenta como uma solução promissora e inevitável, mesmo que os detalhes técnicos e os desafios éticos não sejam aprofundados em seu discurso. Outros exemplos podem ser observados a seguir, como os discursos de Gabriel e Raquel:

[...] [sobre os testes genéticos comercializados de forma on-line] acho bacana mais pessoas terem acesso a realizar testes genéticos, se assim elas quiserem... pra mim isso é avanço da ciência saber se vou ter ou não uma doença com o princípio de evitar” (Gabriel).

“[...] [sobre possíveis riscos e benefícios] percebo os benefícios como um avanço científico, como uma ação para melhorar as questões como doenças... percebo como avanço e não como riscos” (Gabriel).

“[...] [possíveis conflitos e dilemas] não vejo valores religiosos tão envolvidos hoje... Os desafios maiores são em tentar transmitir a importância desses avanços” (Gabriel).

“[possíveis conflitos e dilemas] mais relacionados à religião, à crença de que só quem pode mexer [no ser humano] é o criador, ninguém tem o poder de tocar naquilo que foi feito pelo criador e tudo mais... E isso COM CERTEZA atrasaria no sentido de você vai estar barrando algo que seria benéfico para a saúde das pessoas” (Raquel).

A ciência constitui-se como uma atividade inerentemente social e fruto da ação humana, estando imersa em valores e relações de poder que moldam a sociedade. As instituições sociais determinam o que é produzido e pensado na ciência, enquanto os conceitos e as teorias científicas, por sua vez, servem para fundamentar, legitimar e naturalizar essas instituições (Lewontin, 1993). Apesar disso, há uma tendência em atrelar ciência a uma visão e um discurso neutro e descontextualizado das esferas sociais, políticas, econômicas, etc. (Lewontin, 1993; Santos; Mortimer, 2000; Japiassu, 2011). O avanço científico e tecnológico, cada vez mais intenso, vem sendo percebido e associado pela população em geral a diversas promessas de melhorias na qualidade de vida, como, por exemplo, a retórica determinista e as promessas associadas ao Projeto Genoma Humano (Leite, 2006), levando ao surgimento de visões científicas, que, além de exaltar a razão científica, sustentam a crença de que a ciência pode solucionar todos os nossos problemas, perpetuando ainda o mito da neutralidade científica (Santos; Mortimer, 2000; Auler; Bazzo, 2001).

Essa perspectiva desconsidera toda a complexidade das relações C, T, S e A, além de não considerar a influência significativamente determinante dos interesses do capital. Habermas (1987) sustenta que o avanço técnico-científico reflete os interesses das classes dominantes, fazendo com que a tecnocracia, de forma velada, legitime a dominação de uma classe em detrimento da emancipação de outra. Ademais, argumenta que o cientificismo exerce uma função ideológica de dominação, pois a técnica, enquanto projeto histórico-social, reflete os interesses da sociedade dominante na determinação das ações sobre os indivíduos e os objetos. Dessa forma, o progresso científico é guiado pelos interesses da classe dominante.

A visão polarizada da ciência, vista como fonte exclusiva de benefícios ou malefícios, como evidenciado ao longo dos discursos dos licenciandos, pode fomentar tanto o cientificismo ingênuo, como o mito do salvacionismo científico e da neutralidade científica (Santos;

Mortimer, 2000; Auler; Bazzo, 2001), quanto a desconfiança em relação à atividade científica (Lewontin, 1993), conduzindo a um movimento de abalo da credibilidade científica (Barnes, 2005). No contexto atual, especialmente pós-pandêmico, em que houve vários movimentos contra a ciência e a tecnologia que alteraram a opinião pública, um exemplo são os movimentos antivacina, apontando para a necessidade de buscarmos um modo de conceber a ciência e a tecnologia para além de um dos polos mencionados. A alternativa é promover uma visão mais crítica e consciente, equilibrando ambos os polos ao mesmo tempo (Sánchez-Arteaga; El-Hani, 2012; Nascimento, 2020), numa perspectiva em que se evidencia tanto as promessas e soluções quanto as contradições, os conflitos e os possíveis riscos e danos.

Conforme mencionamos, outra perspectiva identificada em alguns discursos dos licenciandos foi o **determinismo tecnológico**, que, conforme esclarece Leite (2006), é a convicção de que as forças técnicas são os agentes transformadores da sociedade e da cultura. Vale assinalar que consideramos que essa ideia, quando associada ao cientificismo, confere um poder irreal à ciência e à tecnologia e as isenta das responsabilidades pelos danos causados. Ademais, ainda alerta Leite (2006, p. 139) que “Como já se pode vislumbrar, negar a autonomia a seres humanos para emprestá-la à técnica ou a seus artefatos pode ter consequências funestas, e passar da visão prometéia da tecnologia à fáustica custa apenas um pequeno passo”. Um exemplo de discurso com essa visão determinista da tecnologia pode ser observado na fala de Laura: “[...] a ciência e a tecnologia são bons. E eles [os alunos] precisam entender o como é bom isso... esse avanço” (Laura); “[...] [sobre a manipulação e o melhoramento genéticos] qualidade de vida, seja de um embrião quando nascer. Ou seja, do/ do indivíduo que já está adulto mesmo [...] a gente vê que existe avanço tecnológico, sempre ajuda nisso [...] Na saúde, na questão da saúde” (Laura).

Alinhado a isso, é interessante mencionar que essa perspectiva de salvação atrelada à ciência e à tecnologia apareceu apenas nos discursos dos licenciandos em que se observaram indícios de ausência de sensibilidade moral no início das discussões. Nessas falas, eles demoraram mais tempo, ao longo dos diálogos, para perceber possíveis implicações negativas, a partir de estímulos à reflexão em diferentes cenários e situações, bem como por meio de questionamentos constantes sobre suas justificativas. Isso permitiu que, mesmo partindo de um momento pontual (a entrevista inicial), houvesse espaço para refletir e ponderar sobre suas próprias considerações, emitindo juízos de valor.

Esse aspecto pode ser observado, por exemplo, nas falas do licenciando Gabriel, que tende a supervalorizar a ciência, a tecnologia e seus avanços em nome do bem comum, adotando

uma perspectiva ética utilitarista, baseada nas consequências positivas desses avanços.

Contrapondo essa visão salvacionista, temos uma perspectiva mais equilibrada na fala da licencianda Diana, que considera tanto os benefícios quanto os possíveis malefícios dessas tecnologias. Cabe salientar que essa licencianda tende a adotar uma perspectiva moral fundamentada na ética das virtudes, não se baseando em consequências (como no utilitarismo) nem em normas (como na deontologia), mas avaliando a situação de modo mais cauteloso, colocando-se na posição do que um agente moral virtuoso faria.

Esse dado é de grande relevância, pois reafirma a defesa desta tese: a importância da sensibilidade moral e de uma educação científica que promova a formação do caráter, de valores e de virtudes para uma atuação social responsável, como pode ser percebido no discurso de Diana a seguir:

“[...] Eu acho que isso poderia ser algo que deve ser colocado em pauta, né, e que é preciso ouvir as opiniões, né? O debate que existe sobre isso, quais são os benefícios que eu posso promover ao realizar uma manipulação genética? Mas ao mesmo tempo que eu falo dos benefícios, eu preciso também falar quais são os fatores que podem trazer algumas alterações ou então efeitos colaterais para aquele indivíduo. Então é sempre preciso falar o que ele pode trazer de bom, mas também falar o que ele pode trazer de uma forma ruim na vida, sabe? [...] colocar em pauta tudo o que aquele instrumento é capaz de realizar. Não é que é capaz de promover, então, para mim, seria um fator, assim, tolerante, entende?” (Diana).

Outro aspecto evidenciado nas falas dos licenciandos foi a preocupação, de várias naturezas. Uma dessas preocupações estava associada a aspectos legais, como regulamentação, por exemplo, para garantir um uso controlado e adequado. Os discursos que refletiam esse tipo de preocupação foram categorizados em **preocupações legais**. Um exemplo é o discurso de Gabriel: *“[...] uma hora isso vai ser permitido de qualquer jeito, é inevitável... tem que ter leis para que tudo aconteça do jeito correto...” (Gabriel).* O licenciando demonstra uma visão pragmática e, ao mesmo tempo, preocupada com os riscos do uso irrestrito da engenharia genética. Ele reconhece que, em algum momento, essa tecnologia poderá ser permitida, dada a sua natureza inevitável (a valorização e o entusiasmo que ele destacou em outros momentos), mas ressalta a importância de haver leis para garantir o uso correto. Essa demanda por leis reflete a necessidade de que o avanço científico seja acompanhado de regulamentação, garantindo que a modificação genética ocorra de forma ética e segura, protegendo os direitos humanos e evitando possíveis abusos. Outros licenciandos também destacam esses aspectos legais, como André e Diana:

“O poder aquisitivo e quais pessoas teriam acesso a esse tipo de melhoramento genético e quais as regras que vão reger o melhoramento... E para que o intuito desse melhoramento genético? As pessoas precisam saber essencialmente para que ele foi criado, para não ficar algo fútil, cair na futilidade das pessoas” (André).

“[...] Acredito que deveria existir [um limite ético] para todo tipo de tecnologia que a gente utiliza. A gente realiza [debate de] questões éticas e a gente também impõe limites [...] Quando você fala em modificar os genes de um indivíduo, ele [o debate sobre os limites éticos legais] não deveria estar isento, né, dessas qualificações? (Diana).

Como mencionado, outro tipo de preocupação com bastante frequência nas justificativas dos licenciandos é sobre o acesso a esses avanços, sendo os discursos representativos categorizados em **preocupações com implicações sociais e econômicas**. Essas percepções sobre possíveis implicações foram identificadas principalmente nos estudantes que apresentaram indícios de sensibilidade moral em algum momento do diálogo, reafirmando a importância do desenvolvimento dessa sensibilidade para perceber essas questões como controvérsias a partir das suas contradições. Logo, uma promessa ou “solução” que não é de acesso a todos não deveria ser considerada como tal. Além disso, essa categoria foi evidenciada principalmente nas falas com considerações morais, utilitaristas e deontológicas. Desse modo, a garantia de acesso igualitário e justo é um fator importante para vários licenciandos, sendo, por muitos deles, a única ou a principal implicação percebida, especialmente no início das entrevistas, geralmente sempre atrelada à possibilidade de gerar disparidades sociais entre quem terá acesso e quem não terá, intensificando as desigualdades sociais já existentes. Alguns exemplos são os fragmentos discursivos de Paulo, Sara e Gabriel:

“[...] Eu acho preocupante. Porque você pode tornar superdotados, superpessoas... e você pode criar uma classe de indivíduos que possivelmente, eu acho, possivelmente vão ser aceitos, vão ser acolhidos. Você já cria um estigma de pessoas que vão ficar de um lado e outras que não vão ficar/ porque obviamente esse procedimento não vai ser um procedimento barato, vai ser um procedimento caro e ninguém vai... muitas... eu acho que a população classe média em geral não vai ter acesso a esse tipo de procedimento e, por consequência, vai gerar uma segregação [...]” (Paulo).

“[sobre a possibilidade de aperfeiçoar geneticamente o ser humano] acho uma boa ideia, mas, quando a gente fala de aperfeiçoar fora do campo da doença, está ligado a um poder aquisitivo... de quem pode pagar pela edição e de quem não pode, e essa divisão social vai ficar mais evidente” (Gabriel).

“[a preocupação] seria um ponto onde a gente estaria beneficiando apenas uma parte

das pessoas... pessoas que teriam essa oportunidade e as que não teriam [por questões econômicas]” (Gabriel).

“[...] gera um desequilíbrio e um tipo de... de preconceito com aquelas pessoas que não vão ter [acesso], porque... quem vai fazer isso? Quem é rico, né?” (Sara).

“Então... acho assim... que iria haver um maior desequilíbrio na sociedade. Essa classe mais... a classe mais pobre que seria acometida nela [...] enquanto aquela classe que teria um acesso maior a essa... a esse tipo de melhoramento iria cada vez mais subir [melhorar e ter vantagens], equivalendo a uma desigualdade social muito maior do que a gente já tem [...] (Sara).

“[...] Qual seria a classe social também que teria uma chance de escolher essas características? Então, por isso que essas vertentes de exclusão de pessoas é muito problemático [...]” (André).

“O poder aquisitivo e quais pessoas teriam acesso a esse tipo de melhoramento genético [...]” (André).

Outro tipo de preocupação levantada por alguns licenciandos foram preocupações sociais e políticas do uso da técnica, como, por exemplo, intensificar situações de opressão, racismo, estigmatização de determinadas características e condições, e até eugenia. As discussões sobre esse aspecto foram categorizadas em **preocupações sociais e políticas do uso da técnica**. A licencianda Sara, ao ser questionada sobre o que ela pensa da manipulação com finalidade de melhoramento/aperfeiçoamento genético em embriões, diz: *“Ele até poderia não ter esse intuito [negativo], mas ele se tornaria quando chegasse nas mãos de poderosas pessoas que tenham seus próprios ideais, se converteria em uma nova forma de eugenia [...]”* (Sara). Em sua fala, nota-se uma preocupação central com o risco de que a manipulação genética, mesmo que inicialmente desprovida de intenções negativas, seja cooptada por indivíduos ou grupos poderosos, por interesses particulares, transformando-se em uma nova forma de eugenia. Sara sugere que a tecnologia em si não é inerentemente maléfica, mas que seu uso pode adquirir um caráter negativo quando associado aos interesses e ideais de pessoas influentes. Assim, seu discurso ressalta a necessidade de uma regulamentação ética rigorosa para evitar que os avanços na engenharia genética se transformem em instrumentos de dominação social e exclusão. Suas preocupações mais profundas podem ser verificadas em outros fragmentos de seu discurso, assim como em falas de outros licenciandos como André, Luís, Carol e Gabriel:

“[...] foi um movimento contra a miscigenação no Brasil, um movimento eugenista que teve no Brasil e era totalmente contra pessoas [...] ainda é um pensamento eugenista... a

questão é que vem na forma disfarçada, porque ela vem aos pouquinhos, ela vem com doença, vem com... vem com aquilo... E logo após, quando pensar que não, você estava fazendo [...] uma pessoa totalmente criada [...]” (Sara).

“Eu acho que é complicado [...] vou colocar um caso, por exemplo, se você sabe que seu filho pode nascer PcD [portador de deficiência] com algum tipo de deficiência, você será que você vai manipular a questão de genética dele para que ele não nasça assim? [...] Tipo, já entrou uma questão bem mais ética, não é? [...] eu fico um pouco preocupada nesse sentido, porque, por exemplo, você buscaria realmente, por uma questão de eugenia mesmo, de buscar o melhoramento de uma raça específica e tentar só fazer aquela raça específica, [...]” (Sara).

“Eugenia, poderia ser facilmente uma eugenia... Se o discurso é pregado que agora seus filhos podem nascer com olhos claros, uma pele branca, um cabelo liso, e as pessoas abraçam essa ideia, qual a probabilidade de então... de nascer crianças imperfeitas, entre aspas, né?” (André).

“E nem falando da só questão de manipulação genética, só o pensamento de se criar uma raça pura... como eles tratavam entre aspas, né? A gente vê o que viu nas mãos do Hitler. Imaginem com todo o poder tecnológico que hoje em dia é muito maior do que o que era naquele tempo. Que pode acabar com a raça, entendeu?” (Luís).

“[...] Acho que seria assim... Seria como escolher qual raça vai permanecer, entende?... Não gosto dessa ideia!” (Carol).

“[...] implicações é que podem vir a acontecer, como aconteceu no nazismo que as pessoas consideravam pessoas puras... países podem se intitular como possuidor das melhores características... tudo isso pode impactar em certas formas...” (Gabriel).

Segundo Sandel, “A sombra da eugenia paira sobre todos os debates da atualidade acerca da engenharia e do melhoramento genéticos” (2021a, p. 81). Nesse sentido, destaca que, para os críticos da engenharia genética, o melhoramento genético e a busca por crianças “feitas sob encomenda” constituem uma forma de eugenia “privatizada” ou “de livre mercado”. Em contrapartida, os defensores argumentam que as escolhas genéticas realizadas livremente, sem coerção, não podem ser consideradas eugenia, pois, ao retirar o elemento da coerção, elimina-se o aspecto que torna a eugenia algo “repugnante”. Dessa forma, Sandel argumenta que “[...] a eugenia também é censurável em outros âmbitos: mesmo quando não há coerção envolvida, existe algo de errado com a ambição, seja ela individual ou coletiva, de determinar as características genéticas de nossos filhos de modo deliberado” (2021a, p. 83). Portanto, questiona:

Qual é, afinal, a diferença moral entre projetar crianças segundo um propósito eugênico explícito e projetar crianças segundo os ditames do mercado? Não

importa se o objetivo é aprimorar o “plasma germinal” da humanidade ou atender a preferências de consumo: ambas as práticas são eugenistas, no sentido de que as duas transformam crianças em produtos de projeto deliberadamente selecionado (Sandel, 2021a, p. 87).

De acordo com esse filósofo, com os avanços da genômica e das biotecnologias, surge uma influente corrente da filosofia política anglo-americana que defende uma nova eugenia – a “eugenia liberal” –, referida como melhoramentos genéticos não coercitivos que não afetariam a autonomia da criança. Essa nova eugenia liberal não seria influenciada pelo Estado. Embora essa abordagem possua vários defensores, Jürgen Habermas se coloca em oposição a ela. Em sua obra *O futuro da natureza humana* (Habermas, 2010, p. 88), Habermas destaca sua motivação, fundamentada na consciência do sombrio passado eugênico alemão, e argumenta contra o uso de exames genéticos embrionários, como, por exemplo, o DGPI, e a manipulação genética para finalidades de melhoramento não relacionadas ao uso medicinal. Portanto, conforme argumenta, “Somente no caso de se evitar males extremos e altamente generalizados é que surgem bons motivos para se aceitar o fato de que o indivíduo afetado concordaria com o objetivo eugênico”. Essas preocupações são de extrema importância diante dos avanços da tecnociência.

Por fim, um último aspecto a ser destacado, de grande relevância para o estudo de QSC envolvendo a área da genética, é a identificação de uma concepção de que os genes são os principais responsáveis por determinar as características e os comportamentos dos indivíduos, atribuindo um papel central à herança genética e minimizando ou, ainda, ignorando a influência do ambiente e das experiências pessoais, denominada determinismo genético. Identificamos ao longo dos diálogos diversas concepções equivocadas e incoerentes de vários conceitos e aspectos da área mencionada, dentre eles se destaca a compreensão de gene. Os discursos foram categorizados em **determinismo genético**. Para elucidar e explicar a presença desse aspecto, alguns discursos foram selecionados; vejamos os fragmentos discursivos de Paulo e Raquel:

“[...] É a partir do gene que você vai estabelecer características, você vai estabelecer comportamentos [...] Porque é o gene que vai para... definir tudo [...] Desde que você pode avançar... desde os problemas [...] Eles exploram uma gama de conhecimento [informações] e capacidades que o ser humano vai desenvolver ao longo do tempo, praticamente” (Paulo).

“[...] no gene a gente encontra todas as características que vão ser expressas, ou seja [...] os seus genes foram quem determinaram a sua cor de cabelo, e os seus olhos, o seu tom de pele. Se você tem predisposição a ter uma doença ou não... TUDO!” (Raquel).

“[...] envolve gene... o termo gene já traz uma carga muito mais científica [...] muito mais confiança” (Paulo).

Como é possível verificar, os discursos de Paulo e Raquel convergem na ideia de que os genes são vistos como o fator determinante das características e dos comportamentos dos indivíduos. Além disso, o termo “gene” é associado a uma forte conotação científica, que confere confiança e credibilidade ao conhecimento gerado, reforçando a visão determinista de que a essência do ser humano está predefinida geneticamente, como destacado no terceiro fragmento discursivo enunciado por Paulo. Conforme já mencionamos em capítulos anteriores, essa perspectiva determinista da genética sustenta que nossas características e nossos comportamentos são exclusivamente determinados pelos nossos genes (Leite, 2006, 2007; Carver *et al.*, 2017). Assim, isso pode conduzir a uma visão reducionista e menos integrada da complexidade da vida humana, ignorando a influência de outros fatores nas características e no comportamento humano (Leite, 2006, 2007).

Arelada a essa perspectiva determinista está a importância atribuída aos genes, um dos grandes marcos da história da ciência no século XX (Meyer; Bomfim; El-Hani, 2013), que ganhou notoriedade pública ao ser usado para reforçar a retórica determinista que favorecia o maior empreendimento tecnocientífico do campo das ciências biológicas: o Projeto Genoma Humano (Leite, 2007). Como vimos, esse projeto dependia de investimentos para cumprir suas “promessas” de desvendar as bases mais íntimas da nossa natureza e, até então, ocupava um lugar de destaque, com a atribuição de um valor e de uma responsabilidade muito maiores do que de fato lhe cabia. Essa perspectiva foi amplamente difundida em diversos meios, inclusive nas aulas de Biologia e nos materiais didáticos.

Outro discurso que merece destaque é o da licencianda Diana, que salienta a influência da própria escola e da universidade no compartilhamento dessa visão determinista dos genes, como enuncia:

“[...] quando a gente está... até na própria graduação, a gente é meio que até ensinado que, de certa forma, os genes determinam grande parte da nossa vida, que eles determinam nossas características físicas... personalidade, tudo. Então a gente já cria, de certa forma, uma ideia inicial de que eles são determinantes para [...] tem muito aquela questão dos genes que são predominantes, os genes que são recessivos, como é que eles se expressam? E aí geraria uma influência” (Diana).

Esse fragmento de discurso revela como o ensino formal pode reforçar uma concepção

simplificada e reducionista do papel dos genes, moldando a percepção dos alunos de que eles são os principais responsáveis por quem somos. Esse aspecto é relevante, apontando para um problema recorrente na área, que envolve a complexidade do ensino desse conceito, o qual já foi incorporado ao senso comum e ao qual se atribui grande importância. Tanto é que é comum encontrarmos diversas propagandas de produtos de higiene pessoal, como shampoos, com rótulos indicando, por exemplo, “DNA vegetal” ou “gene de...”. Expressões como essas são utilizadas para conferir credibilidade e validade à ciência, especialmente aos genes. Provavelmente, o PGH contribuiu significativamente para essa atribuição de importância aos genes e para a associação de seu uso com algo considerado “mais científico”. Muitos chegaram a acreditar que conhecer o genoma humano seria equivalente a descobrir a “receita” de como o ser humano é “feito”, como ilustrado pelas manchetes de divulgação, que frequentemente comparam essa descoberta à revelação da receita de um “bolo”.

Associado a essa discussão, tem havido discussões e esforços para compreender melhor esse conceito de gene (Meyer; Bomfim; El-Hani, 2013), bem como a problemática da crise do conceito de gene (Joaquim; El-Hani, 2010; Meyer; Bomfim; El-Hani, 2013), que, de forma simplista, diz respeito ao denominado “conceito molecular clássico”, que define que um gene é um trecho do DNA que contém a informação para produzir um produto funcional, como uma molécula de RNA ou uma proteína. A crise desse conceito está exatamente no modo de entender o gene a partir desse conceito, com a reformulação, a partir de seus sucessos, da interpretação dos genes como unidades pelos geneticistas clássicos (Meyer; Bomfim; El-Hani, 2013). Dessa forma, o gene passa a ser tratado como uma região discreta do DNA cuja organização é considerada como simples e atribuída uma função unitária. No entanto, como esclarecem Meyer, Bomfim e El-Hani (2013), essa ideia de gene como unidade estrutural e funcional tem sido contestada devido à pesquisa na própria área da genética e da biologia molecular, face a resultados indicando várias anomalias. Assim, a complexidade da compreensão do conceito de gene se estende para as escolas, sendo necessária uma formação que evidencie essas lacunas que vêm sendo discutidas na área, no contexto da formação de professores, de modo a contribuir com uma compreensão mais integrada dos fatores que influenciam em nossas características.

Quadro 19 - Exemplos de fragmentos discursivos das categorias do domínio não moral

Categorias de análise (domínio não moral)	Fragmentos Discursivos	Contexto
Experiências de vida	<i>“[...] essa questão da árvore ancestral... eu recentemente conheci uma menina, ela mora lá próximo das redondezas da... da cidade onde eu moro, ela acabou fazendo [um teste genético de ancestralidade] e descobriu que ela tinha descendência italiana, algo assim. Nunca imaginei passar por isso... ficar sabendo que você tem uma ancestralidade [...]” (Paulo).</i>	Testes genéticos
	<i>“[...] minha família tem diabetes. Então eu queria saber mais para ver o quanto por cento de chance eu posso ter éh:: de desenvolver diabetes... para eu poder mudar meus hábitos, né?” (Laura).</i>	
	<i>[...] se eu tivesse um filho, eu acho que não [faria a edição genética por questões de saúde]... [...] meu irmão é uma pessoa com deficiência, né? Então a gente se apega muito àquele indivíduo, tipo assim, éh:: por que excluir, né? [...] Eu acho que eu me preocuparia se fosse para uma predisposição genética de algum tipo de doença, sabe? Algum tipo de doença, como, por exemplo, uma doença grave, não como diabetes [...] Só se fosse realmente uma doença que acomesse a vida dele, prejudicasse a vida dele inteira [...] vivesse em estado vegetativo... Só nesses casos [...] (Sara).</i>	Sobre a possibilidade de alterar o material genético de um possível filho
	<i>“[...] vou ser sincera! [...] Então... eu acho que eu tiraria todo o gene do meu pai se fosse possível. Ficaria só mãe, entendeu? Ia ser x, x, x, x, x, x. O y dele ia estar para lá [no sentido de não estar presente no seu material genético]. Então, eu acho que eu tiraria, sim, ficaria só mãe [...] Porque, como meu pai não foi presente na minha vida, então eu tenho aquele pensamento... Se ele não foi presente na minha vida, não tem porque ele estar presente, né, nos meus genes... fazendo parte aqui [...]” (Alice).</i>	Sobre o possível interesse em alterar o próprio DNA
	<i>“[...] Li uma matéria e percebi que a qualquer alteração genética pode implicar em consequências futuras” (Gabriel).</i>	
	<i>“[...] tenho uma preocupação de que isso possa acarretar em uma nova doença, em novas mutações... mas acho que essas coisas estão sendo feitas de maneira certa, temos laboratórios com regras para garantir isso...” (Gabriel).</i>	

Percepção de riscos e segurança da técnica	<i>“[...] se seria algo que poderia modificar ou então alterar a capacidade de/ se ele pode estar inativando uma doença, será que ele poderia, na verdade, promover outra? E... como seria isso a um longo prazo? [...]” (Diana).</i>	Edição genética
	<i>“[...] poderia haver efeitos colaterais com relação a isso, se alguma coisa também poderia ser modificada ou alterada e se isso poderia ser expresso em um... a longo prazo” (Diana).</i>	
Perspectiva salvacionista da ciência (fé na ciência)	<i>“[...] acho bacana mais pessoas terem acesso a realizar testes genéticos, se assim elas quiserem... pra mim isso é avanço da ciência saber se vou ter ou não uma doença com o princípio de evitar” (Gabriel).</i>	Testes genéticos
	<i>“[...] gosto da ideia de a gente estar avançando. Porque isso significa que a gente pode consertar problemas ligados a doenças etárias” (Gabriel).</i>	Manipulação e melhoramento genético humano
	<i>“[...] de certa forma dou muito valor à evolução genética, porque ela pode acabar com várias situações... ainda mais porque estudo biologia” (Gabriel).</i>	Manipulação e melhoramento genético humano
	<i>“[...] percebo os benefícios como um avanço científico, como uma ação, para melhorar as questões como doenças... percebo como avanço e não como riscos” (Gabriel).</i>	Percepção sobre possíveis riscos e benefícios
	<i>“[...] não vejo valores religiosos tão envolvidos hoje... Os desafios maiores são em tentar transmitir a importância desses avanços” (Gabriel).</i>	Formação/ensino
	<i>“[...] a ciência e a tecnologia são bons. E eles [os alunos] precisam entender o como é bom isso... esse avanço” (Laura).</i>	Formação/ensino
	<i>“[possíveis conflitos e dilemas] mais relacionados à religião, à crença de que só quem pode mexer [no ser humano] é o criador, ninguém tem o poder de tocar naquilo que foi feito pelo criador e tudo mais... E isso COM CERTEZA atrasaria no sentido de você vai estar barrando algo que seria benéfico para a saúde das pessoas” (Raquel).</i>	Percepção sobre possíveis conflitos e dilemas éticos e morais
	<i>“[já ouviu falar sobre engenharia genética] Transgênicos... éh... a ovelha Dolly, né? Tem até aquelas, como é mesmo?... células artificiais. Também tem a ver com isso, né? Como se fosse para retirar uma doença que a pessoa pode ter no futuro... já existe muito estudo comprovando isso... é o futuro, né?” (Carol).</i>	Sobre o que conhece/ouviu falar sobre engenharia genética, manipulação/edição/

		melhoramento genético
Perspectiva naturalista ou naturalismo conservadorista (essência da natureza humana)	<i>“Não. Essas questões, assim... eu não concordo, não [...] Acho que cada pessoa, ela já nasce com... com algo que é intrínseco do ser, sabe? Eu acho que cada pessoa já tem aquilo, né, especificamente ali [no seu interior] que ele se torna um ser, né? Então... eu acho que é muito complicado você modificar algumas questões... visando o melhoramento no sentido dessas características [fenotípicas a partir da edição genética] que eu falei, né? Principalmente nas características, como eu falei/ mencionei anteriormente... cor da pele, cor dos olhos... Achei muito problemático, né verdade? Porque parte de uma questão de aceitação também do que você é [...]” (Renato).</i>	Sobre as possibilidades de edição do material genético de um ser humano
	<i>“[...] Creio que eu preservo as minhas características, porque eu acho que o ser humano, ele é o único. Ele nasce com gene [constituição genética], e é específico, é dele, é a identidade dele, é a digital dele e... Que você pode manipular... [demonstra certa preocupação e gesticula com a cabeça em movimento de negação]...” (Paulo).</i>	
	<i>“Eu acho... Eu sou totalmente contrário a isso [manipular, editar e/ou melhorar um ser humano], certo? Porque eu acho que é muito singular o ser humano, assim como todos os seres que vivem no nosso planeta, eu acho que o ser humano também... Ele é muito singular em suas características e tudo mais. A variabilidade genética que cada ser humano tem é única de cada um, certo? Você tem as suas características físicas, e psicológicas [...]” (Luís).</i>	
	<i>“[...] sou muito contrário a isso justamente pela questão da singularidade, certo? Todos somos particulares...” (Luís).</i>	Sobre a possibilidade de selecionar características humanas consideradas “melhores”
	<i>“Eu acho que não temos o direito de manipular... pela questão da singularidade... [por exemplo] Se esse celular é preto, eu/ eu posso mexer no meu para tornar ele de outra cor éh:: pondo uma capinha nova e tudo mais, mas na nota fiscal ele está preto, é a base disso, é a singularidade disso, entendeu?” (Luís).</i>	Manipulação e melhoramento genético humano

Preocupações legais (controle do uso)	<i>“O poder aquisitivo e quais pessoas teriam acesso a esse tipo de melhoramento genético e quais as regras que vão reger o melhoramento... E para que o intuito desse melhoramento genético? As pessoas precisam saber essencialmente para que ele foi criado, para não ficar algo fútil, cair na futilidade das pessoas” (André).</i>	Técnicas de edição e melhoramento genético humano
	<i>[...] uma hora isso vai ser permitido de qualquer jeito, é inevitável... tem que ter leis para que tudo aconteça do jeito correto...(Gabriel).</i>	Manipulação e melhoramento genético humano
	<i>“[...] Acredito que deveria existir [um limite ético] para todo tipo de tecnologia que a gente utiliza. A gente realiza [debate de] questões éticas e a gente também impõe limites [...] Quando você fala em modificar os genes de um indivíduo, ele [o debate sobre os limites éticos legais] não deveria estar isento, né, dessas qualificações? (Diana).</i>	Sobre limites éticos
Preocupações com implicações sociais e econômicas (Quem tem/terá acesso? Disparidades sociais)	<i>“[...] Eu acho preocupante porque você pode tornar superdotados, superpessoas... e você pode criar uma classe de indivíduos que possivelmente, eu acho, possivelmente vão ser aceitos, vão ser acolhidos. Você já cria um estigma de pessoas que vão ficar de um lado e outras que não vão ficar/ porque obviamente esse procedimento não vai ser um procedimento barato, vai ser um procedimento caro e ninguém vai... muitas... eu acho que a população classe média em geral não vai ter acesso a esse tipo de procedimento e, por consequência, vai gerar uma segregação [...]” (Paulo).</i>	Sobre a possibilidade de selecionar características humanas consideradas “melhores”
	<i>“[sobre a possibilidade de aperfeiçoar geneticamente o ser humano] acho uma boa ideia, mas, quando a gente fala de aperfeiçoar fora do campo da doença, está ligado a um poder aquisitivo... de quem pode pagar pela edição e de quem não pode, e essa divisão social vai ficar mais evidente” (Gabriel).</i>	Edição e aperfeiçoamento genético
	<i>“[a preocupação] seria um ponto onde a gente estaria beneficiando apenas uma parte das pessoas... pessoas que teriam essa oportunidade e as que não teriam [por questões econômicas]” (Gabriel).</i>	Manipulação genética de uma pessoa
	<i>“[...] gera um desequilíbrio e um tipo de... de preconceito com aquelas pessoas que não vão ter [acesso], porque... quem vai fazer isso? Quem é rico, né?” (Sara).</i>	
	<i>“Então... acho assim... que iria haver um maior desequilíbrio na sociedade. Essa classe mais... a classe mais pobre que seria acometida nela [...] enquanto aquela classe que teria um acesso maior a essa... a esse tipo de melhoramento, iria cada vez mais subir [melhorar e ter vantagens], equivalendo a uma desigualdade social muito maior do que a gente já tem [...]” (Sara).</i>	Edição e aperfeiçoamento genético

	<i>“[...] Qual seria a classe social também que teria uma chance de escolher essas características? Então, por isso que essas vertentes de exclusão de pessoas é muito problemático [...]” (André).</i>	Sobre a possibilidade de selecionar características humanas consideradas “melhores”
	<i>“O poder aquisitivo e quais pessoas teriam acesso a esse tipo de melhoramento genético [...]” (André).</i>	Técnicas de edição e melhoramento genético humano
Preocupações sociais e políticas do uso da técnica (práticas eugênicas/fins eugênicos/estigmatização/preconceito/racismo)	<i>“[...] implicações é que podem vir a acontecer, como aconteceu no nazismo que as pessoas consideravam pessoas puras... países podem se intitular como possuidor das melhores características... tudo isso pode impactar em certas formas...” (Gabriel).</i>	Possíveis implicações sociais e éticas
	<i>“[...] Eu acho que... tipo assim, é uma faca de dois gumes, porque você compreende... necessário que as pessoas têm de viver de uma forma, de uma forma mais fácil, né? Que você possa realmente viver ali. Quando você pega nessas questões étnico-raciais, questões de individualidade, você já parte até mesmo do pensamento mais eugenista das pessoas querem o melhoramento de raça, né? [...] que é, por exemplo, o que Hitler queria na época? Qualquer pessoa que fosse fora do padrão poderia matar. [...] Quando é, você pega aquelas pessoas que eram oprimidas, por exemplo, durante a Segunda Guerra Mundial, eram pessoas com deficiência éh... eram judeus, eram pessoas pretas, eram... todo o tipo de pessoas que não se enquadrava naquilo. Então, quando você dá essa possibilidade para outras pessoas fazerem isso, você alimenta éh... um pensamento preconceituoso [...] E você alimenta pensamentos eugenistas em relação àquilo, só que de uma forma mascarada de uma ciência positiva que busca só melhorar o condicionamento genético [...]” (Sara).</i>	Sobre melhoramento genético em embriões
	<i>“[...] foi um movimento contra a miscigenação no Brasil, um movimento eugenista que teve no Brasil e era totalmente contra pessoas [...] ainda é um pensamento eugenista... a questão é que vem na forma disfarçada, porque ela vem aos pouquinhos, ela vem com doença, vem com... vem com aquilo... E logo após, quando pensar que não, você estava fazendo [...] uma pessoa totalmente criada [...]” (Sara).</i>	
	<i>“Ele até poderia não ter esse intuito [negativo], mas ele se tornaria quando chegasse nas mãos de poderosas pessoas que tenham seus próprios ideais, se converteria em uma nova forma de eugenia [...]” (Sara)</i>	

	<i>“Eugenia, poderia ser facilmente uma eugenia... Se o discurso é pregado que agora seus filhos podem nascer com olhos claros, uma pele branca, um cabelo liso, e as pessoas abraçam essa ideia, qual a probabilidade de então... de nascer crianças imperfeitas, entre aspas, né?” (André).</i>	
	<i>“E nem falando da só questão de manipulação genética, só o pensamento de se criar uma raça pura... como eles tratavam, entre aspas, né? A gente vê o que viu nas mãos do Hitler. Imaginem com todo o poder tecnológico que hoje em dia é muito maior do que o que era naquele tempo. Que pode acabar com a raça, entendeu?” (Luís).</i>	
	<i>“[...] Acho que seria assim... Seria como escolher qual raça vai permanecer, entende?... Não gosto dessa ideia!” (Carol).</i>	Sobre a possibilidade de escolhas não relacionadas à saúde
	<i>“Eu acho que é complicado [...] vou colocar um caso, por exemplo, se você sabe que seu filho pode nascer PcD [portador de deficiência] com algum tipo de deficiência, você será que você vai manipular a questão de genética dele para que ele não nasça assim? [...] Tipo, já entrou uma questão bem mais ética, não é? [...] eu fico um pouco preocupada nesse sentido, porque, por exemplo, você buscaria realmente por uma questão de eugenia mesmo, de buscar o melhoramento de uma raça específica e tentar só fazer aquela raça específica [...]” (Sara).</i>	
Determinismo genético	<i>“[...] É a partir do gene que você vai estabelecer características, você vai estabelecer comportamentos [...] Porque é o gene que vai para... definir tudo [...] Desde que você pode avançar... desde os problemas [...] Eles exploram uma gama de conhecimento [informações] e capacidades que o ser humano vai desenvolver ao longo do tempo, praticamente” (Paulo).</i>	Sobre o conceito de gene
	<i>“[...] quando a gente está... até na própria graduação, a gente é meio que até ensinado que, de certa forma, os genes determinam grande parte da nossa vida, que eles determinam nossas características físicas... personalidade, tudo. Então a gente já cria, de certa forma, uma ideia inicial de que eles são determinantes para [...] tem muito aquela questão dos genes que são predominantes, os genes que são recessivos, como é que eles se expressam? E aí geraria uma influência” (Cássia).</i>	
	<i>“[...] no gene a gente encontra todas as características que vão ser expressas, ou seja [...] os seus genes foram quem determinaram a sua cor de cabelo, e os seus olhos, o seu tom de pele. Se você tem predisposição a ter uma doença ou não... TUDO!” (Raquel).</i>	

	<i>“[...] envolve gene... o termo gene já traz uma carga muito mais científica [...] muito mais confiança” (Paulo).</i>	Diferenças entre alterações genéticas e mudanças por procedimentos estéticos
Determinismo tecnológico	<i>“[...] a ciência e a tecnologia são bons. E eles [os alunos] precisam entender o como é bom isso... esse avanço” (Laura).</i>	Formação/ensino
	<i>“[...] qualidade de vida, seja de um embrião quando nascer. Ou seja, do/ do indivíduo que já está adulto mesmo [...] a gente vê que existe avanço tecnológico, sempre ajuda nisso [...] Na saúde, na questão da saúde” (Laura).</i>	Manipulação e melhoramento genético humano
Influências midiáticas (notícias da mídia, produções audiovisuais como filmes, séries e documentários, etc.)	<i>“[...] Uma vez eu estava vendo a rádio e... falou bem assim, caso surpreende [...] um homem recebe óvulo de porco, alguma coisa assim... E o povo ficou/ foi uma loucura [...] (Sara).</i>	Sobre o que conhece/ouviu falar sobre engenharia genética, manipulação/edição/ melhoramento genético
	<i>“[...] é como se fosse modificar o gene de uma pessoa... por exemplo, naquele filme GATTACA e como você escolher éh:: como vai ser o seu filho” (Carol).</i>	
	<i>“[...] escuto falar que isso é melhorar falhas ligadas a doenças... como o caso do HIV que fizeram um melhoramento genético [...] eu já vi notícias sobre... vi que na China teve uma edição genética em crianças para que elas fossem resistindo ao vírus do HIV... E também na ficção científica, né? A gente sempre ouve falar de filmes ou sobre a edição genética adicionando um gene novo... ouvi falar que, quando envolve genes, envolve mudanças de mutações. Algum tipo de alteração, né?” (Gabriel).</i>	
	<i>“[...] alguma atriz que falou ter predisposição para ter câncer de mama, que fez esses testes...[...] Essa atriz foi em busca de saber, acho que deveria ter indício na família, né? Recorrência desse tipo de câncer... e, para evitar, ela tirou uma glândula, não lembro se foi bem assim, mas com isso ela já preveniu [...]” (Rita).</i>	Testes genéticos
	<i>“[...] na internet [...] um teste de verificar possíveis doenças” (Carol).</i>	
	<i>“[...] vou falar um caso, né, que aconteceu, que foi até famoso, na verdade, que foi uma cantora [...] ela estava éh:: esperando um filho e ela queria determinar qual era o sexo do bebê. Eu sei que foi uma bomba [polêmica] na época e todo mundo sempre ficou nessa discussão. Então eu sempre via muitas</i>	

	<i>“pessoas que eram a favor, né? Mas também eu via muitas pessoas que eram contra. Então foi algo que gerou um extremo debate entre as pessoas e que elas não conseguiram entrar em um consenso. [...] Eu acho que sempre geraria lacunas, que geraria desagrado [...] mas que seriam benéficas para outro lado. Então, sempre teria algumas ressalvas”</i> (Diana)	Percepção de possíveis implicações sociais e éticas
	<i>“[...] vem de nosso código genético... eu vi novamente em ficção e jornais, mostrando aquela cadeia de DNA [...] dados atrelados às informações de característica de quem a pessoa é...”</i> (Gabriel).	Sobre o conceito de gene

Fonte: Elaboração própria.

Nossos resultados, em certa medida, vão ao encontro dos achados de Seiter e Fuselier (2021) ao investigarem como os alunos utilizam o raciocínio moral ao considerar uma QSC sobre o uso da tecnologia CRISPR/Cas9 para aprimoramento não médico em humanos. Os autores identificaram que os alunos se opuseram ao aprimoramento não médico a partir da tecnologia mencionada e o perceberam como repleto de controvérsias morais, principalmente relacionadas a eugenia, questões de equidade e diversidade, risco e autoridade da natureza. Por outro lado, nossos resultados indicam a existência de outros fatores não éticos que influenciam as considerações morais e a tomada de decisão, como experiências de vida, preocupações tecnológicas, influências de notícias reportadas na mídia e de produções audiovisuais (como filmes e séries), considerações legais, questões econômicas e outros fatores e preocupações, como o tipo de condição de saúde em questão.

Nesse sentido, os resultados do estudo realizado por Cebesoy (2020) dialogam com os nossos à medida que abrangem outros aspectos e ao constatarem que os professores de Ciências em formação baseiam suas decisões em considerações morais, sendo fortemente influenciados por fatores éticos. Portanto, os resultados indicam que as decisões em questões relacionadas à genética são fortemente influenciadas por considerações morais. Isso vai ao encontro da literatura da área sobre QSC ao argumentar que a moralidade desempenha um papel essencial na discussão, no raciocínio informal e na tomada de decisões em questões sociocientíficas, já evidenciado em estudos anteriores (Grace; Ratcliffe, 2002; Zeidler *et al.*, 2002; Sadler; Zeidler, 2004; Sadler; Zeidler, 2005; Sadler; Donnelly, 2006; Reis, 2007; Fowler; Zeidler; Sadler, 2009; Lindahl, 2009; Hodson, 2018). Além disso, conforme destacado na literatura, os licenciandos demonstraram uma variedade de padrões de raciocínio moral sobre a QSC discutida, em que a análise dos fatores que influenciam suas decisões revelou uma ampla gama de preocupações, incluindo considerações éticas, legais, tecnológicas, culturais, econômicas e pessoais.

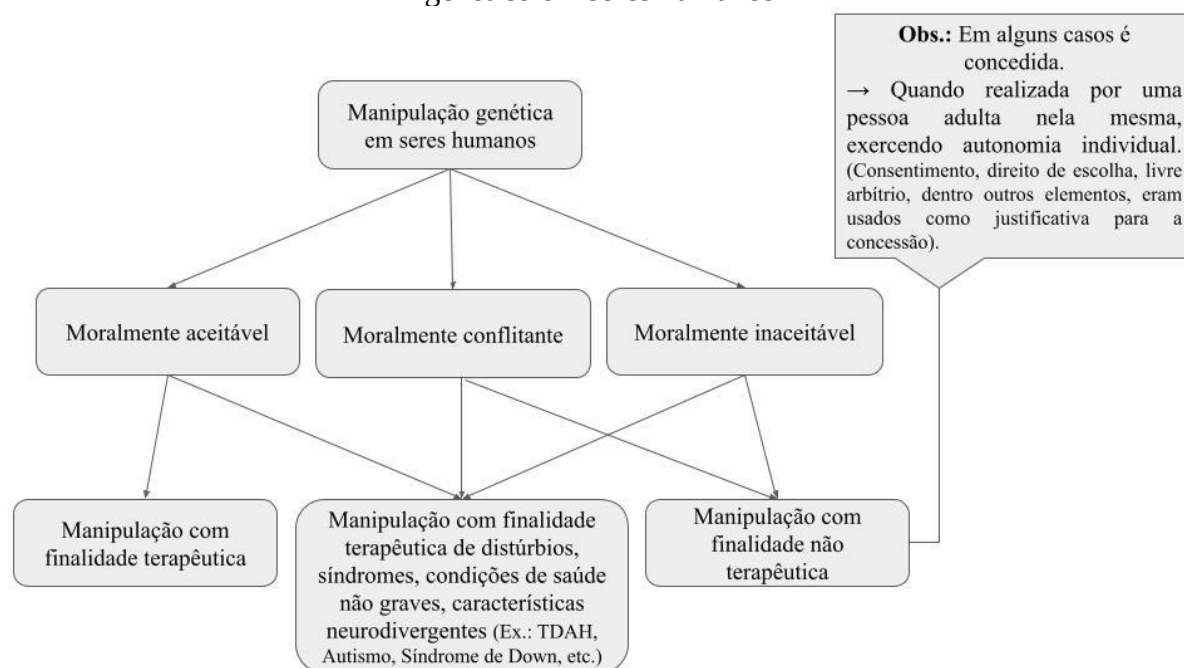
Os resultados desses estudos, assim como os nossos, embora realizados com enfoques diferentes da análise, destacam e expõem a complexidade envolvida nas decisões éticas e morais dos professores de Ciências em formação em relação a questões sociocientíficas do campo da genética. Além disso, especialmente com o nosso estudo, ressaltamos a importância de considerar uma variedade de aspectos da dimensão valorativa, além das considerações morais baseadas em vertentes éticas ao abordar questões sociocientíficas, uma vez que diversos fatores, a exemplo das experiências particulares dos licenciandos, afetam incisivamente o seu juízo de valor e a sua tomada de decisão.

5.2.2 Categorias descritivas à luz da Fenomenografia: os modos qualitativamente diversos de perceber a manipulação com finalidades de melhoramento genético em seres humanos

Em nossos estudos, inicialmente identificamos julgamentos morais atrelados à consideração positiva do melhoramento com finalidade terapêutica e negativa com finalidades estéticas. De modo semelhante, Sadler (2003) identificou que os estudantes de sua pesquisa consideraram dois aspectos ao analisarem dilemas relacionados ao melhoramento genético humano. Um desses aspectos era a utilização da manipulação genética para eliminar características e condições consideradas socialmente desfavoráveis, como a doença de Huntington e a miopia. Nessa situação, a maioria dos estudantes se considera favorável a esse tipo de manipulação genética. Por outro lado, o segundo aspecto levado em conta na análise dos dilemas era a manipulação genética para fins de aperfeiçoamento, como aumento da inteligência ou ainda a escolha de características físicas, ligadas ao fenótipo, consideradas socialmente desejáveis. Contudo, embora inicialmente todos os participantes tenham se posicionado favoráveis à manipulação com finalidades terapêuticas, nossas análises apontam considerações diferentes e conflitantes a respeito dessa manipulação quando variamos a condição de saúde. Além disso, os motivos que moviam os julgamentos morais variavam consideravelmente nos diferentes cenários apresentados nas entrevistas.

De modo geral, todos os licenciandos se posicionaram favoráveis à manipulação genética em seres humanos com finalidades terapêuticas, como a terapia gênica, por exemplo. Dentre as alegações, “salvar vida”, “evitar dor e sofrimento”, “garantir qualidade de vida”, “manutenção da vida” e “garantir uma vida digna” são usadas para justificar e defender tal posição. Assim, a consideram moralmente aceitável. Porém, há alguns tipos de manipulação com finalidade terapêutica que dividem opiniões, sejam elas relacionadas a distúrbios, síndromes e condições patológicas ou enfermidades consideradas não graves – conforme mencionam –, como diabetes, autismo, TDAH e Síndrome de Down. Nesses casos, alguns licenciandos a consideram moralmente aceitável por alegarem que a manipulação nessas situações poderia evitar o sofrimento ou limitações e dificuldades causadas pela condição na vida do indivíduo e de seus familiares, bem como em situações em que não há condições financeiras para garantir qualidade e uma vida digna de crianças que tenham alguma dessas condições, a exemplo de Joana, Carol, Rita, Camila, Raquel, Laura e André e, em certa medida, Luís e Renato. Nesse contexto, na Figura 10 apresentamos um esquema com a síntese das principais perspectivas dos licenciandos em relação à manipulação genética em seres humanos.

Figura 10 - Síntese das diferentes perspectivas dos licenciandos em relação ao melhoramento genético em seres humanos



Fonte: Elaboração própria.

Por sua vez, outros licenciandos, como Alice, Bianca, Sara, Milton, Paulo, Diana e Helena, consideram a edição genética moralmente conflitante, pois alegam que algumas condições de saúde, como as mencionadas, não são graves, e, dessa forma, as pessoas que as possuem poderiam ter uma vida boa apesar da condição e de alguma possível limitação associada.

No entanto, outros licenciandos, além de alguns anteriormente mencionados, como Bianca, Sara, Milton, Luís, Diana e Renato, a consideram moralmente inaceitável, argumentando que a manipulação para evitar essas características, bem como outras relacionadas ao fenótipo, gera mais discriminação e estigmatização das pessoas consideradas neuroatípicas ou diferentes do que se convencionou considerar como “normal” e “melhor”. Além disso, alegam que essas condições não são doenças, mas apenas características diferentes como tantas outras. Portanto, não são favoráveis à edição genética dessas características.

Cabe fazer um parêntese, embora a análise das perspectivas sobre saúde não constitua o foco central deste estudo, as falas de vários licenciandos revelam uma compreensão fortemente alinhada à abordagem biomédica, na qual a saúde é concebida essencialmente em oposição à doença, e as ações em saúde se concentram na prevenção, no tratamento e na cura de condições patológicas, a partir de uma perspectiva individual. Essa visão, predominante em

livros didáticos e amplamente difundida nos processos educativos (Carvalho *et al.*, 2008; Martins; Santos; El-Hani, 2012; Nascimento, 2020), tende a desconsiderar aspectos sociais, culturais, psicológicos, econômicos e ambientais que influenciam o bem-estar, além de, em certos casos, reproduzir estigmas e preconceitos contra determinados grupos humanos (Torres, 2018). Reconhecer essa orientação biomédica nas percepções dos participantes é relevante, pois evidencia uma limitação na amplitude conceitual com que o tema é compreendido e discutido. Em contraposição, abordagens mais integradoras, como a socioecológica, oferecem um entendimento mais amplo da saúde ao concebê-la como um bem-estar biopsicossocial e ambiental, individual e coletivo, considerando não apenas os aspectos biológicos e comportamentais, mas também os condicionantes sociais, históricos, políticos, econômicos, culturais e ambientais que afetam indivíduos e comunidades (Martins; Santos; El-Hani, 2012; Martins *et al.*, 2018; Nascimento, 2020). Nesse sentido, aproximar a reflexão dos licenciandos dessa perspectiva poderia favorecer uma apreciação crítica mais equilibrada da ciência e da tecnologia, bem como uma compreensão mais complexa e contextualizada dos impactos da manipulação e do melhoramento genético em seres humanos, em consonância com as discussões de Sánchez Arteaga e El-Hani (2012).

A perspectiva das possibilidades e potencialidades do uso das técnicas de edição genética com finalidades terapêuticas, enquanto “promessas” e “soluções” do mundo científico-tecnológico, pode ser exemplificada no fragmento discursivo a seguir:

“[...] eu acho que eu curto muito essa ideia de você estar lá para a manutenção da vida, para assegurar o desenvolvimento de um organismo, melhoramento da saúde, o desenvolvimento da doença [no sentido de cura e tratamento], a predisposição de você poder melhorar, inibir, coibir, procurar maneiras de permanecer mais uma vez vivo, que de certa forma se for uma doença incurável/ mas, ao mesmo tempo, tratar do assunto, aí a gente vai tratar desses problemas [éticos]” (Paulo).

Sobre a possibilidade de manipulação genética de embriões com finalidade terapêutica, considerando a edição ou mesmo a eliminação de condições, traços, distúrbios relacionados à saúde, que dividiu opiniões e se apresentou como uma área de grande tensão, gerando incertezas quanto ao posicionamento dos participantes, podemos verificar a complexidade do uso das técnicas de edição genética, mesmo quando relacionadas à saúde humana, aspecto inicialmente defendido por todos os licenciandos no início do diálogo e antes de explorarem situações diversas, revelando as mudanças em suas considerações morais à medida que as camadas da QSC eram desveladas, conforme podemos verificar no fragmento de diálogo a seguir:

Alice: Então... eu acho que, se você vê, ou então se tem uma prova que seu filho, por exemplo, eu não falo de autismo, não, isso não, né? Tipo... coisas inviáveis mesmo. A criança viver numa cadeira de rodas, não falar, depender sempre da pessoa, porque eu acho que, tipo, não é vida, é você respirar, é sobreviver, né? Então... se eu gostaria de dar uma condição melhor ao meu filho, e eu sei que ele pode nascer e ficar... eu não me lembro qual é a palavra assim que diz, mas, tipo, dependente de mim a vida toda, não é que eu não queira cuidar do meu filho, mas eu quero que ele cuide de si próprio, né, tenha a própria vida. Então... se eu posso evitar isso no meu filho, um exemplo, eu sou a favor sim. É só nessa questão, tipo... de isso... dele ser inviabilizado de fazer tudo que uma pessoa normal faz, né? **Pesquisadora:** E aí você comentou, por exemplo, no caso de autismo, você não veria como uma característica que deveria ser evitada. **Alice:** Não, acho que não, porque eu não vejo o autismo como uma doença, o autismo é uma característica de uma pessoa [...] Então... se no caso de uma família que não tem as condições de dar o suporte necessário que uma criança com Síndrome de Down tem [...] Então, a gente tem que levar em consideração essa discrepância social também. Então, se uma família sabe que não tem condição de dar uma vida digna, porque a vida digna ela tem, ela tem comida, tem escola, tem paz, mas não tem a oportunidade de fazer a criança evoluir como ser humano também [...] Então, poderia, assim, fazer essa mudança [edição genética para evitar a condição]. Mas nesse sentido. É porque eu não sei, porque, ao mesmo tempo que eu acho um pouco errado, inviável, entendeu? (Alice).

Sobre a possibilidade de edição de características não relacionadas a condições de saúde (não patológicas), no geral estéticas, identificamos alguns fragmentos discursivos que expressam preocupações e contradições problemáticas, discutidas em outra seção anteriormente, do uso dessas técnicas com essa finalidade:

“Essa questão de você escolher e delimitar características, isso não passa pela minha cabeça ainda, essa questão que você pode até mudar a cor da pele da pessoa, não sei se ainda é possível, mas até a etnia você pode acabar modificando, eu não sei se isso é possível, mas imagina você poder criar um filho geneticamente através de fragmentos de gene, por exemplo, um olhinho puxado, uma pele muito mais amarelada, voltado para o continente asiático, uma estatura baixa, e assim sucessivamente, características [fenotípicas]... Eu acho que isso é problemático, e a gente levaria tempo até para amadurecer essas ideias, mas ainda eu sinto a necessidade de falar que a minha vida não é um papel tão relevante no momento [...]” (Paulo).

Ao analisarmos os resultados, percebemos que, como aponta Singer (2018), questões como a manipulação genética humana exigem mais do que raciocínios abstratos: demandam a consideração concreta de consequências, princípios e valores que moldam tanto a ação quanto o caráter moral. Sadler (2004) já havia destacado que dilemas sociocientíficos mobilizam múltiplas dimensões – conceitual, procedimental e atitudinal –, e que as decisões não emergem apenas de informações científicas, mas de interpretações permeadas por crenças, experiências

e valores pessoais. Nesse sentido, a perspectiva de Jonathan Haidt (2020) em *A Mente Moralista: por que pessoas boas são segregadas por política e religião* amplia a compreensão ao indicar que os julgamentos morais são fortemente influenciados por intuições rápidas e emocionalmente carregadas, sendo posteriormente racionalizados. Essa abordagem ajuda a interpretar por que alguns licenciandos, mesmo reconhecendo benefícios terapêuticos da edição genética, resistem a aceitá-la em determinados casos: suas intuições morais – ligadas, por exemplo, à preservação da diversidade humana ou à proteção de grupos vulneráveis – antecedem e moldam seus argumentos racionais. Assim, a combinação das contribuições de desses autores reforça que compreender dilemas como o melhoramento genético requer considerar simultaneamente a análise consequencialista, a aplicação de princípios éticos, a formação de virtudes e o papel das intuições morais, que operam como filtros iniciais na tomada de decisão.

Com base nas análises dos diálogos e dos recortes representativos apresentados, podemos, neste momento, inferir algumas categorias descritivas (CD), à luz da Fenomenografia, que refletem as diferentes formas de perceber a possibilidade de manipulação e melhoramento genético humano. Essas categorias refletem o todo, uma vez que consideramos em nossas análises os discursos de todos os licenciandos durante a etapa inicial de diálogos sobre o tema, bem como da etapa de interação discursiva (grupo focal), apresentada no capítulo seguinte.

Como mencionado, as CD representam e sintetizam as principais formas de perceber e experimentar o fenômeno. Desse modo, a partir das análises, encontramos cinco modos qualitativamente diversos de conceber e perceber a manipulação e o melhoramento genéticos em seres humanos apresentados no Quadro 19. Inicialmente, foram construídas cinco categorias, representativas das diversas formas de perceber e enxergar a manipulação genética; no entanto, após análises e refinamentos dessas categorias, considerando os aspectos convergentes entre elas, chegamos a três categorias de descrição que refletem as diversas formas de perceber a QSC pelos licenciandos.

Na primeira categoria de descrição fenomenográfica, a manipulação genética humana, assim como suas técnicas de edição genética, é vista e concebida como um avanço benéfico e, portanto, uma solução do mundo científico-tecnológico capaz de garantir não apenas o bem-estar, mas a evolução da espécie humana. Assim, os licenciandos a percebem a partir da sua narrativa – muitas vezes, propagandeada e divulgada pela mídia e por discursos de “representantes” da ciência, ou nos livros didáticos, entre outros meios – como uma solução

efetiva e concreta para o benefício humano, não percebendo ou desconsiderando a natureza da ciência, atravessada por diversos interesses e valores e suas complexas relações e implicações sociais e ambientais. Nesse esteio, é experimentada a partir de uma perspectiva positiva da tecnociência, considerando apenas as suas promessas e soluções, sem evidenciar possíveis implicações negativas, geralmente atrelada a visões salvacionistas da ciência, assim como de determinismo genético e tecnológico (Quadro 20).

Na segunda categoria descritiva, a manipulação/edição genética em seres humanos é vista como uma possível ameaça à integridade humana. Essa categoria parte de uma perspectiva negativa da tecnociência, sendo vista e experimentada como algo perigoso, controverso (uma ameaça). Dessa forma, são levadas em conta percepções de risco e segurança tecnológica, implicações sociais e econômicas (que não garantem acesso igualitário e geram discrepâncias sociais, acentuando as desigualdades), implicações sociais e políticas (usos para fins e práticas eugênicas, intensificar o racismo, a estigmatização de algumas doenças, síndromes, traços ou condições genéticas, invadir e alterar a essência da vida humana, etc.).

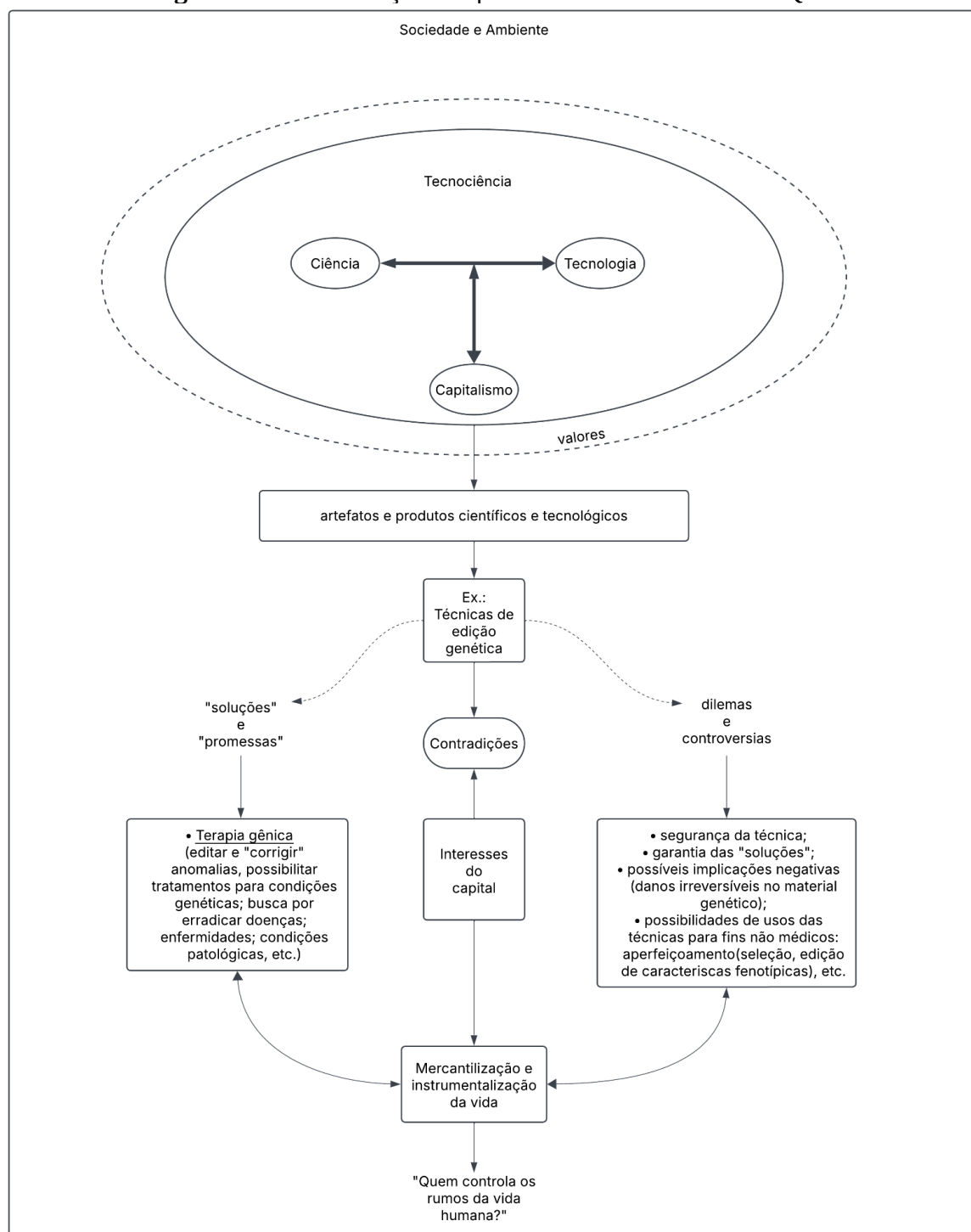
A terceira categoria descritiva representa uma perspectiva equilibrada da tecnociência; assim, a manipulação/edição genética em seres humanos é concebida e experimentada a partir das suas “promessas” e “soluções” (como cura/tratamento/erradicação de doenças genéticas graves), ao mesmo tempo que é percebida a existência de possíveis implicações e consequências negativas (como problemas na técnica gerarem danos irreversíveis e/ou acesso não igualitário gerar discrepância social, e/ou usos com fins eugênicos, gerando preconceito, racismo, estigmas com aqueles vistos como diferentes, perda da essência da vida humana, etc.), a partir de controvérsias, dilemas éticos e morais e contradições. Em outras palavras, é percebida como uma solução científico-tecnológica que, embora possa “curar” doenças genéticas, pode também ser uma ameaça ao futuro da natureza humana e intensificar as desigualdades sociais, apresentando-se como uma contradição tecnocientífica e do capital. Dessa forma, essa é a categoria mais hierárquica, considerando as orientações fenomenográficas, por contemplar as promessas e as contradições, culminando em uma visão mais crítica e equilibrada da ciência e da tecnologia (Figura 11).

Quadro 20 - Categorias descritivas à luz da Fenomenografia

Nº	Enunciado das categorias (Iniciais)	Descrição	Refinamento e convergência entre as categorias	Categorias de Descrição (Finais)
CD1	A manipulação/edição genética humana é concebida como avanço, “solução” científico-tecnológica, a fim de garantir o bem-estar e a evolução humana.	Nessa categoria descritiva, manipulação/edição genética em seres humanos é vista como um avanço benéfico e uma solução do mundo científico-tecnológico que pode garantir o bem-estar e os rumos da evolução da espécie humana.	<u>perspectiva positiva da tecnociência:</u> Em ambas as categorias, a QSC é vista e experimentada como “promessas” e “soluções”, sem evidenciar possíveis implicações negativas, geralmente atrelada a visões salvacionistas da ciência, assim como de determinismo genético e tecnológico.	A manipulação/edição/melhoramento genético em seres humanos é percebida, concebida e experimentada como uma “promessa” e “solução” tecnocientífica.
CD2	A manipulação/edição genética humana é vista como promessa e possibilidade concreta de evitar/curar/erradicar doenças e, assim, garantir a qualidade de vida.	Nessa categoria descritiva, a manipulação/edição genética em seres humanos é vista como uma promessa e possibilidade concreta do mundo científico-tecnológico que pode evitar/curar/erradicar doenças e, assim, garantir a saúde e a qualidade de vida das pessoas.		
CD3	A manipulação/edição genética humana é percebida a partir de seus dilemas, sendo concebida como uma nova forma de eugenia, ao permitir a seleção e edição de características ligadas ao fenótipo (sem relação com condições de saúde).	Nessa categoria descritiva, a manipulação/edição genética em seres humanos é vista como um dilema, sendo considerada ainda como uma nova forma de eugenia, ao permitir a seleção e a edição de características ligadas ao fenótipo (sem relação com condições de saúde).	<u>perspectiva negativa da tecnociência:</u> Em ambas as categorias, a QSC é vista e experimentada como algo perigoso, controverso (uma ameaça). São levadas em conta percepções de risco e segurança tecnológica, implicações sociais e econômicas (que não garantem acesso igualitário e geram discrepâncias sociais, acentuando as desigualdades), implicações sociais e políticas (usos para fins e práticas eugênicas, intensificar o racismo, a estigmatização de algumas doenças, síndromes, traços	A manipulação/edição/melhoramento genético em seres humanos é percebida, concebida e experimentada como algo controverso e altamente problemático.
CD4	A manipulação/edição genética humana é percebida como ameaça de aumentar e intensificar as desigualdades sociais e econômicas, já que nem todos os	Nessa categoria descritiva, a manipulação/edição genética em seres humanos é vista como ameaça de aumentar e intensificar as desigualdades sociais e econômicas, já que nem todos os grupos		

	grupos sociais teriam acesso igualitário (identificando contradições da tecnociência a favor dos interesses do capital).	sociais teriam acesso, questionando-se o acesso igualitário e equitativo por toda a sociedade dessas soluções tecnocientíficas (identificando contradições da tecnociência a favor dos interesses do capital).	ou condições genéticas, invadir e alterar a essência da vida humana, etc.).	
CD5	A manipulação/edição genética humana é percebida como “promessa” e “dilema” científico-tecnológico que, embora possa “curar” ou “evitar” doenças genéticas, pode também ser uma ameaça ao futuro da natureza humana e intensificar as desigualdades sociais, apresentando-se como uma contradição tecnocientífica atrelada aos interesses do capital (essa é a categoria mais hierárquica por contemplar as promessas e as contradições...) → visão mais crítica e ponderada da ciência; nível de complexidade maior da percepção dos licenciandos.	Nessa categoria descritiva, a manipulação/edição genética em seres humanos é vista como “promessa” e “dilema” do mundo científico-tecnológico que, embora possa “curar” ou “evitar” doenças genéticas, pode também ser uma ameaça ao futuro da natureza humana e intensificar as desigualdades sociais, apresentando-se como uma contradição tecnocientífica atrelada aos interesses do capital. Essa é a categoria mais hierárquica por contemplar a percepção mais crítica a respeito da técnica, evidenciando suas promessas e seu discurso de “solução” e suas controvérsias e seus dilemas a partir das contradições da tecnociência, apontando para uma visão mais crítica, ponderada e equilibrada da ciência, portanto, um nível de complexidade maior da percepção dos licenciandos, que foi observada, especialmente, após o avançar dos diálogos e discussões.	<u>perspectiva crítica e equilibrada da tecnociência:</u> Em ambas as categorias, a QSC é vista e experimentada a partir das suas “promessas e “soluções” (como cura/tratamento/erradicação de doenças genéticas graves), ao mesmo tempo que é percebida a existência de possíveis implicações e consequências negativas (como problemas na técnica gerarem danos irreversíveis, e/ou acesso não igualitário gerar discrepância social, e/ou usos com fins eugênicos, gerando preconceito, racismo, estigmas com aqueles vistos como diferentes, perda da essência da vida humana, etc.), a partir de controvérsias, dilemas éticos e morais e contradições.	A manipulação/edição/melhoramento genético em seres humanos é percebida, concebida e experimentada, ao mesmo tempo, como uma “promessa” e “solução” controversa e problemática da tecnociência, mas, também, como controversa e altamente problemática do ponto de vista ético e moral.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 11 - Identificação das promessas e dos dilemas da QSC

Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, ao articular os resultados apresentados no Quadro 20 e na Figura 11, observamos que as categorias descritivas não apenas sintetizam as diferentes formas de perceber a manipulação genética humana, mas também revelam um movimento de transformação nas concepções dos licenciandos ao longo do processo dialógico. Esse

movimento é marcado por deslocamentos que vão de posicionamentos iniciais, muitas vezes ancorados em visões tecnocientíficas idealizadas, para percepções mais críticas e reflexivas, capazes de considerar simultaneamente as promessas e os dilemas éticos e sociais envolvidos.

Essas três categorias descritivas, construídas a partir das análises fenomenográficas, sintetizam a pluralidade de modos qualitativamente distintos de perceber a manipulação genética humana, revelando tanto perspectivas entusiastas e salvacionistas quanto visões críticas e equilibradas. Cada categoria representa um nível diferente de complexidade na forma como os licenciandos articulam benefícios, riscos, implicações sociais e dilemas éticos, evidenciando que as percepções sobre essa QSC não se dão de maneira uniforme ou estática, mas emergem de um processo dinâmico e relacional.

A síntese das categorias descritivas obtidas evidencia que, embora haja consenso inicial quanto à aceitabilidade moral da manipulação genética com finalidades terapêuticas, o aprofundamento dos diálogos revelou uma complexa rede de nuances, contradições e tensões que atravessam as percepções dos licenciandos. As falas analisadas mostram que, à medida que novos cenários e variáveis são introduzidos, há um deslocamento nas posições assumidas, o que demonstra a natureza processual e contextual do julgamento moral. As variações de julgamento moral identificadas, mesmo dentro de um mesmo participante, reafirmam a potencialidade da Fenomenografia para mapear a diversidade qualitativa das experiências e concepções, permitindo acessar dimensões frequentemente invisibilizadas em abordagens metodológicas centradas apenas em posições binárias ou respostas imediatas. Ao desvelar as camadas que compõem essas percepções, foi possível compreender não apenas o que os licenciandos pensam, mas como constroem, negociam e reformulam suas posições à medida que novos elementos e dilemas são introduzidos na discussão.

Esses resultados também revelam que o posicionamento frente à manipulação genética não se dá de forma linear ou estática, mas é influenciado por valores, crenças, experiências pessoais e pelo modo como cada participante interpreta as implicações éticas, sociais e políticas da tecnociência. A passagem de uma adesão inicial fortemente apoiada na narrativa salvacionista da ciência para percepções mais críticas e ponderadas demonstra que, quando provocados a considerar diferentes contextos e consequências, os licenciandos são capazes de reconhecer as contradições e dilemas presentes no discurso tecnocientífico. Esse reconhecimento é um indicativo importante da possibilidade de ampliar a compreensão sobre a natureza da ciência e da tecnologia na formação inicial, deslocando o foco de uma aceitação acrítica para uma postura de problematização fundamentada.

A identificação das três categorias finais, representando perspectivas positivas, negativas e críticas e equilibradas sobre a tecnociência, aponta para a coexistência de diferentes modos de pensar e experienciar um mesmo fenômeno. Essa pluralidade desafia concepções simplistas e abre caminho para uma compreensão mais sofisticada da educação em Ciências, em que a abordagem de QSC se configure não apenas como um exercício de tomada de decisão racional, mas como um processo formativo capaz de integrar dimensões éticas, políticas, sociais e culturais. Nesse sentido, trabalhar com dilemas como o da manipulação genética humana possibilita não apenas discutir o “como” e o “porquê” das decisões, mas também explorar as implicações mais amplas que essas escolhas têm para a sociedade e para o futuro da própria humanidade.

Portanto, a análise aqui apresentada reforça que a formação de professores de Ciências e Biologia precisa ir além da transmissão de conhecimentos técnico-científicos, incorporando discussões que articulem princípios éticos, virtudes e consciência sociopolítica. No caso específico das biotecnologias, como o melhoramento genético, tais discussões não devem restringir-se à avaliação de riscos e benefícios, mas devem problematizar os interesses, valores e relações de poder que moldam o desenvolvimento e a aplicação dessas técnicas. Ao fazê-lo, cria-se a possibilidade de formar educadores capazes de mediar debates públicos complexos e de preparar futuras gerações para lidar com dilemas que, cada vez mais, transcendem as fronteiras da ciência e se entrelaçam com a própria definição do que significa ser humano.

CAPÍTULO 6 - VIVACIDADE E TENACIDADE DE CASOS DILEMÁTICOS SOBRE ENGENHARIA GENÉTICA EM SERES HUMANOS: CONFLUÊNCIAS E TENSÕES NAS VOZES DE LICENCIANDOS

“[...] a aplicação da ciência moderna, em sua maior parte, serve especialmente às perspectivas de valor e aos projetos morais que têm em alta estima o valor de ampliar a nossa capacidade de controlar a natureza.”
(Hugh Lacey, 2009, p. 43)

Neste capítulo são apresentados recortes de momentos, denominados aqui episódios de análise, da interação nos grupos focais durante o debate de casos dilemáticos a fim de explorar as principais interações durante a discussão de dilemas e controvérsias inerentes à QSC. Trata-se da seleção de alguns episódios das interações discursivas produzidas nos grupos focais a partir dos casos expostos e explorados num debate coletivo enquanto algo semelhante ao que seria uma esfera pública democrática. Como mencionado no capítulo metodológico deste estudo, cada caso apresentava um cenário específico contendo os principais dilemas e controvérsias relacionados à possibilidade advinda do avanço da biotecnologia de prever, selecionar e/ou editar características nas bases genéticas de um ser humano.

Dessa forma, o presente capítulo explora, por um lado, a vivacidade, a tenacidade e a persistência com que as discussões sobre os casos dilemáticos relacionados à engenharia genética em humanos emergem na interação entre os licenciandos. Por outro, ele investiga os pontos de convergência e as divergências – ou interseções e tensões – presentes nas opiniões e nos discursos dos licenciandos sobre o tema, revelando as complexidades éticas e morais que surgem quando esses futuros professores de Ciências e Biologia se deparam com as implicações dessa área da tecnociência. Ao final, são apontadas algumas possíveis contribuições e alguns desafios à formação e ao ensino de questões sociocientíficas, especialmente do campo da biotecnologia, revelados nas vozes dos licenciandos.

6.1 REVELANDO CAMADAS OCULTAS DA QSC: MUITO ALÉM DAS PROMESSAS, OS DILEMAS

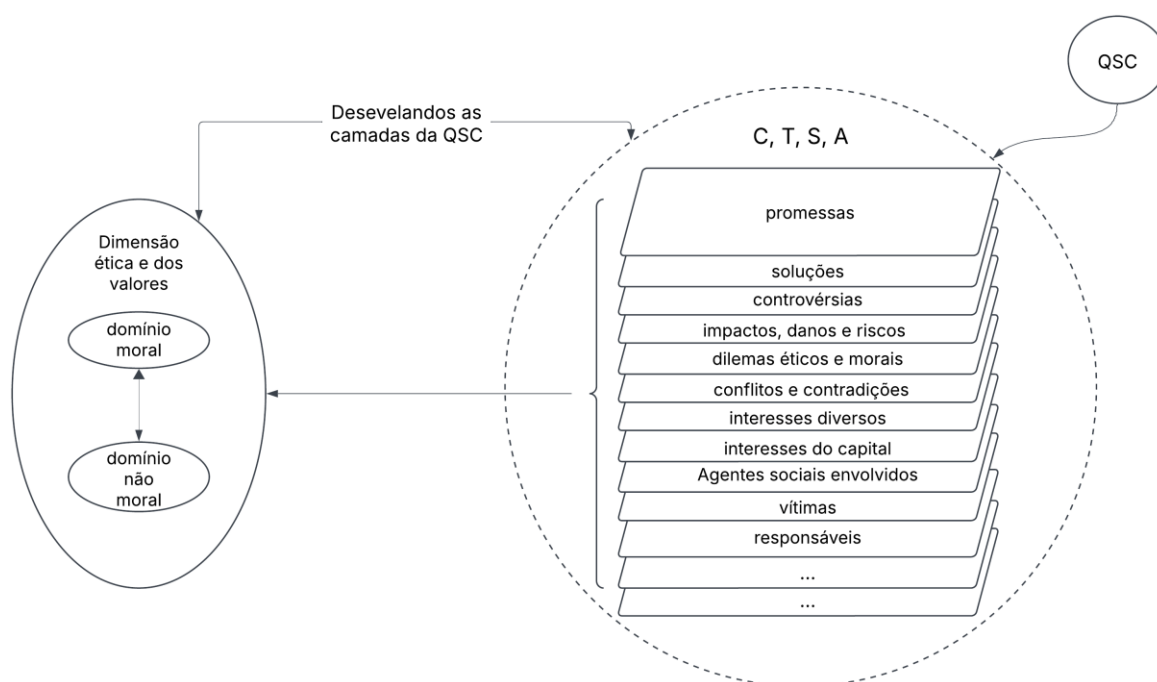
“Uma política de engajamento moral não é apenas um ideal inspirador do que uma política de esquiva do debate. Ela é também uma base mais promissora para uma sociedade justa.”
(Michael Sandel, 2021b, p. 330)

A discussão apresentada a seguir não reflete toda a complexidade das discussões que surgiram ao longo da exposição dos casos, mas, por serem recortes, nos permite, em certa medida, compreender algumas das principais discussões a partir das interações discursivas produzidas ao longo do debate. Para cada caso explorado, foi selecionado um ou mais episódios em que as interações discursivas evidenciassem os dilemas, os conflitos, as tensões e as promessas em torno da QSC que surge com o avanço da engenharia genética. Nossa intenção concentra-se na busca por revelar as camadas ocultas da QSC, ofuscadas pelo “brilho reluzente” das promessas e soluções dos campos da biotecnologia e da biomedicina, a partir do avanço dessas áreas, bem como de áreas como a genética, a genômica, a bioinformática, etc.

Nesse sentido, argumentamos que a abordagem de questões sociocientíficas a partir da exposição de casos contendo dilemas éticos e morais, com a abertura para discussões em um espaço que se assemelhe a uma esfera pública, pode contribuir – além da compreensão das complexas relações entre Ciência (C), Tecnologia (T), Sociedade (S) e Ambiente (A) – com o desvelamento das contradições da tecnociência, revelando as diversas camadas, muitas vezes ocultas (ao menos em um primeiro momento), dessas questões sociocientíficas – como suas “promessas”, “soluções” científico-tecnológicas, dilemas éticos e morais, controvérsias, conflitos, interesses de valores diversos e do capital, etc. Além disso, neste estudo – como já sugerido e discutido no capítulo anterior – verificamos que a percepção e a identificação dessas camadas estão intimamente ligadas a aspectos e elementos da dimensão dos valores, que refletem a interação entre dois domínios em particular – moral e não moral.

Os elementos do domínio não moral dessa dimensão influenciam diretamente a percepção ou não de aspectos e implicações éticas e morais (sensibilidade moral) das questões sociocientíficas – assim como dos avanços, progressos e contradições da tecnociência de modo geral –, além de influenciarem o modo como as pessoas julgam (julgamento moral a partir de considerações fundamentadas na ética utilitarista, deontológica e/ou das virtudes) as ações decorrentes desses “avanços”. De modo que seja possível desvelar as camadas da QSC como, por exemplo: as promessas, as soluções, as controvérsias, os impactos, danos e riscos associados, os principais conflitos e contradições, os interesses diversos, os interesses mais particulares do capital, os atores/agentes sociais envolvidos, incluindo o reconhecimento das vítimas e dos responsáveis pelos danos, bem como tantas outras camadas existentes em uma questão sociocientífica, possibilitando um novo olhar mais crítico e completo para o trato e abordagem de QSC na formação de professores, como é possível observar na Figura 12.

Figura 12 - Desvelamento das camadas “ocultas” da QSC e a influência dos domínios da dimensão ética e dos valores



Fonte: Elaboração própria.

A seguir, apresentamos e discutimos os episódios selecionados e analisados da interação discursiva gerada durante o debate dos grupos focais – neste momento, focamos nos dois primeiros casos discutidos, são eles: “O caso Miguel: Doping genético no atletismo” e “O caso do casal de surdas que desejava ter um bebê igual a elas: o bebê selecionado para nascer com surdez”, os quais são representativos das principais discussões e tensões observadas na dinâmica dos grupos focais e nos permitem alcançar os objetivos desta tese.

6.1.1 O caso Miguel: Doping genético no atletismo

Na discussão coletiva sobre o Caso 1, que envolve o doping genético por meio da terapia gênica, emergiram considerações de diversas naturezas. De modo geral, as análises desse caso evidenciam uma dinâmica discursiva rica, na qual os licenciandos convergem na crítica ao *doping* genético, ressaltando que tal prática compromete o mérito individual, gera desigualdades e corrompe a essência ética do esporte. É interessante destacar que, conforme abordado no capítulo anterior, os licenciandos tendem a perceber mais facilmente as promessas em detrimento dos dilemas. Isso pode ser observado no recorte selecionado (Episódio 01), no

qual os conflitos, valores e tensões prevalecem sobre as promessas da manipulação genética com finalidade terapêutica, sobretudo diante do que foi discutido anteriormente. Além disso, os licenciandos, inicialmente, tendem a considerar as consequências como foco central de seus juízos de valor e suas considerações morais.

Episódio 01 - Caso 1 (GF-A)

1. Laura: Eu acho que em uma competição você teria que mostrar do que você é capaz, né, pra ser ética. Agora, se você faz uso dessa substância, seja doping ou outra coisa, eu acho que já tá burlando, já tá, como posso dizer... Já é uma coisa mais falsa. Não é você de verdade ali [...]

2. Diana: Existem controvérsias também contra os esteroides... anabolizantes, que nem Carla havia falado [...], quando você se adéqua, você não quer largar, porque você já tá acostumado e você também ingere uma quantidade de hormônios que faz com que simplesmente o seu sistema, ele passe a trabalhar de uma forma diferente [...] Alguns têm sorte que acabam parando de fazer a prática e o sistema volta a funcionar normalmente, realizando as suas produções, mas como o doping... num longo período de tempo, quais são os problemas que ele vai causar?

3. Helena: [...] Mas o doping genético, já que é uma modificação no gene, não tem como remediar, tem?

4. Diana: Eu creio que o gene, ele sempre está suscetível a sofrer mutações. Então, assim, essa mutação não acontece até de forma intrusiva de você modificar ele em si, também está relacionado em coisas do ambiente [...].

5. Paulo: [...] Mais uma vez, o ambiente pode inferir essa capacidade de expressar ela ou não. Então, obviamente, pensando por esse lado, eu creio que sim, pode sim mudar... através de um... incluindo o meio, pode sim ajudar a modificar, a alterar, ou não sei se vai voltar a mesma coisa que antes, mas, assim, pode acabar inferindo ou expressando de outra forma...

6. Moderadora: Todo mundo concorda? Alguém discorda da afirmação do Paulo?

7. Helena: Eu discordo. Eu acho que, depois de uma modificação genética, como você disse, pode sofrer alguma mutação, mas mudar não. Porque, se fosse assim, o nosso gene se mudaria toda hora. Qualquer coisa que acontecesse, alguma mudança no nosso organismo, eu acho que, depois que você fizer uma mudança genética em algum gene, em algum dos componentes dele, não vai se acabar, se diluir, se transformar assim... com o tempo.
[...]

8. Rita: Eu acho que não.

9. Helena: Você não acha que isso já acontece naturalmente, não, a mudança do gene? Eu acho, assim, que a genética se adapta, o gene... a genética se adapta, sofre transformações, como Diana disse, as mutações. Mas mutação não quer dizer, pelo menos pra mim, mudar totalmente. Um exemplo... Diana tem essa fisionomia. Ela tem esses gostos hoje em dia, mas futuramente ela pode ter outros gostos, ela pode desenvolver e pode começar a mudar sua forma, a mudar seus gostos, por quê? Porque até com o tempo, o amadurecimento, as células delas vão mudando. O pensamento, o desenvolvimento dela vai mudando, mas mudar totalmente um gene, eu acho que não, não muda, não.

10. Rita: Mas nesse caso a gente tá levando pro lado natural, né? Mas aí não é uma modificação que é feita... a gente tá induzindo, a gente tá colocando, tipo assim, tal característica, eu quero melhorar tal funcionamento, quero melhorar a minha produtividade, e a gente tá inserindo isso, não é uma forma natural.

11. Helena: Então... mas você não tá inserindo um e tirando o outro? É que a gente tem a questão aqui, o gene naturalmente ele muda, mas demora, entendeu? Tem o seu passo a passo, o seu tempo, o seu processo evolutivo, mas a questão pela situação é a indução dessa mudança rápida, o que levaria anos e décadas... em minutos dentro de um laboratório.

12. Rita: Então, nesse caso, ela seria mais prejudicial do que os esteroides normais que usa?

13. Laura: Sim, porque já dá pra ver que é prejudicial pelas consequências que ele sofre depois... É no DNA...

[...]

No turno de fala 1, a licencianda Laura inicia a discussão ressaltando que, em uma competição, a utilização de meios artificiais – isto é, a prática do doping genético – compromete o que seria considerado uma prática ética ao contornar o mérito do esforço individual. No turno 2, a licencianda Diana reforça essa ideia, comparando-a a outros tipos de doping não genéticos. Nesse momento do diálogo, a discussão passa a focar essencialmente nas consequências dessa edição, sobretudo em relação à saúde, evidenciando a consciência dos dilemas e a complexidade de uma alteração de ordem genômica (turno 3). No turno 4, constata-se a emergência de uma compreensão acerca da complexa e dinâmica interação entre genes e ambiente, algo pouco percebido nos diálogos individuais, surgindo com a fala de Diana, dentre as poucas que já haviam apresentado uma visão menos determinista dos genes. Sua fala influencia os discursos subsequentes, que passam a considerar essa dinâmica, conforme observado no turno 5. Entretanto, no turno 7, destaca-se uma divergência de opinião em relação à compreensão dessa interação e às alterações decorrentes, direcionando o foco para aspectos mais específicos das consequências dessas alterações genéticas. Entre os turnos 7 e 13, evidencia-se a complexidade de lidar com o tema devido ao domínio do conteúdo, o qual pode afetar as compreensões e as avaliações morais. Nesse sentido, no turno seguinte, a moderadora direciona os licenciandos a considerar se a prática do *doping* genético é correta ou aceitável, abrindo espaço para considerações morais sobre o tema, conforme verificado no segundo episódio de análise:

Episódio 02 - Caso 1 (GF-A)

14. Moderadora: Estou percebendo que vocês estão apontando para as consequências, mas se não tivesse essas consequências? Ainda assim, essa prática do doping genético é correta ou aceitável?

15. Laura: Não. Eu acho que é uma medicina anti:: antiética. Porque, se for para competir, você tem que competir com o que você tem, né? [...]

16. Alice: E também vai criando uma bolha [contexto social fechado, um grupo], né? Por exemplo, tem o atleta que treina, que vai para competição honestamente, e tem esse atleta que vai fazer esse doping... éh:: como o Miguel aí da história fez, ele se comparou com os atletas que realizou esse doping, porque ele pensou, como eu vou competir com atletas que têm esse melhoramento físico, né? [...] Então, ele vai e faz a mesma coisa... então... meio que vira um efeito bolha “Ah, eu não posso competir, vou lá e faço a mesma coisa” [...]

17. Diana: É porque, tipo assim, o problema do esteroide é que muita gente... às vezes até quando surge um comentário de que você tomou esteroide e você encheu automaticamente, você não faz esforço. Você faz o esforço, você pratica o exercício, você faz a musculação... o esteroide só vai, no caso, otimizar o tempo de cicatrização das fibras musculares, fazendo com que elas sejam mais reforçadas e você ganhe uma maior massa muscular. Mas no caso dele, do Miguel, eu acredito que não seja ético por algumas afirmações até que a Alice comentou, porque, se você está em uma bolha, você sempre está em um comparativo de outro indivíduo. As suas características nunca vão ser suficientes, você tem que se comparar a outra pessoa. Então, você vai se submeter a práticas muito mais invasivas do que essa, em outras situações que você vai estar submetido, justamente para você tentar alcançar uma coisa ou uma perfeição que não existe... Então, eu acho que não seria ético, que nem deveria ser viável nesse quesito.

18. Moderadora: Quando vocês pensam no caso especificamente da atitude do Miguel, o que vocês acham da atitude dele de recorrer a essa técnica?

19. Paulo: Eu não culpo, não vou mentir. Eu não vou culpá-lo, não [...] mas, de acordo com os preceitos do que é aceito, diria que é antiético. Porém, eu vejo a necessidade de que... o sistema, ele condiciona, e, se você não está dentro dos padrões, você é considerado descartável, você está à margem. Ele provavelmente serviu assim, ele estava à margem, porque ele estava nadando contra a maré, era o que estava acontecendo no momento [...] Então, eu presumo que o sistema, por conta de condicionar, de pressionar, acaba gerando esse pensamento de que as pessoas têm que seguir para eles conseguirem se adequar e conseguir a ascensão, o êxito. Todos querem o êxito, no final das contas. Eu não pré-julgo, não.

20. Helena: Eu acho que o Miguel passou por cima de alguns princípios dele para poder ter a igualdade com os outros. É o que acontece muitas vezes quando o Paulo fala que a sociedade exige de nós um padrão e, para nos igualarmos a esse padrão, passamos por cima de princípios, de coisas que, às vezes, vão até nos cobrar da nossa saúde, mas temos que estar naquele status, naquela igualdade com a sociedade, porque senão não somos vistos iguais, somos vistos diferentes. E acho que é uma coisa que não devíamos fazer [...]

21. Moderadora: Mais alguém? O que vocês acham que fariam no lugar do Miguel? O que vocês pensam sobre a atitude dele?

22. Alice: Então é como o Paulo falou que tudo depende do meio que ele está recebendo. Foi dito, ele viu que os colegas dele de competição estavam inseridos nesse meio, usufruindo do doping, então ele foi lá e fez a mesma coisa [...]

23. Milton: [...] Mas, no caso de Miguel, eu não faria o doping. Não sei se Miguel fez uma pesquisa para saber se realmente é válido. Por que tanto pró e tanto contra? Mas eu concordo com a Helena. Eu acho que, quando a gente quer competir, entendeu? Se eu quero competir, se eu quero fazer o meu melhor, vou fazer o meu melhor, vou tomar o

tempo que for necessário [...] Eu sei que competição mexe com a cabeça do ser humano porque mexe com o instinto, mexe com a evolução, mexe com o comportamento, entendeu? Mas assim... da minha índole, eu não faria, entendeu? Porque eu daria tempo ao tempo. Eu esperaria o tempo necessário para conseguir a conquista necessária [sem recorrer à terapia]...

24. Moderadora: Alguém concorda com a fala do Milton? Discorda? O que vocês pensam sobre isso?

25. Paulo: Eu achei GENUÍNA a ideia dele, eu achei uma utopia! [tom de ironia e risos de outros participantes] Porque é o que todos desejam, é você querer não utilizar meios que sejam alternativas viáveis ou alternativas que não condizem com o que é correto, para acabar melhorando [...] muitos são movidos pelo anseio, pelo medo também, claro... eu repito... não está para ser comparado... mas eu presumo que atualmente esse pensamento de você pesquisar, de saber as consequências futuras, não se decorre, não ocorre, por conta justamente dessa pressão do capitalismo, justamente por essa pressão da sociedade, impor regras, impor limites, se você não está a par, você não vai estar seguindo os padrões que atualmente são estabelecidos... que é a ideia genuína que todos querem não utilizar, porque é o correto, vai contra a ética, de você estar lá, tem que dar conta... que em um período curto, um período, um espaço de tempo, senão você é descartado, desclassificado, porque o ser humano, se você não preenche os pré-requisitos, você é um descarte, você pode ser substituído por outro. Então... essa ideia da mercantilização, porque o indivíduo, de certa forma, ele é uma mercadoria, você tem que dar contas [garantir o lucro].

26. Rita: Até porque, também, nesse meio... eles meio que têm uma faixa etária, né? Você só pode competir até tal idade, mais ou menos assim. Tem toda essa linha de raciocínio, assim [...]

27. Laura: No entanto, eu ainda concordo com o Milton, porque, se o Miguel já tinha consciência de que usar o doping não era certo, se ele tivesse feito uma pesquisa, ele talvez soubesse das consequências que teria ao usar o doping... Eu acho que ele não teria usado, porque ele sabe que era errada. Então, acho que tanto o Paulo quanto o Milton estão corretos... vai depender [escolha] da pessoa, né?

28. Diana: [...] Se você está em um meio bem competitivo, você tem o objetivo de, naquela pressão social que você está, você tem que dar resultados, você faz o quê? O melhor método é você usar o doping, você vai ter resultado mais rápido, você vai ganhar e vai ter patrocínio.

[...]

29. Milton: E quem é MALUCO de se submeter a um procedimento sem procurar o mínimo do mínimo [de conhecimento]?

30. Diana: Muitos se submetem a isso...

[...]

31. Rita: Isso mesmo... Sabe... porque a gente tá levando pelo lado filosófico [...] Mas... a questão é que... quantas pessoas vão levar... /assim DROGAS... Todo mundo sabe que é prejudicial, MAS... Mesmo assim... usam, né?... E aí?...

No Episódio 02, a discussão concentra-se na análise moral do caso. Inicialmente, no turno 15, a licencianda Laura focaliza sua avaliação na ação em si, considerando-a antiética e, portanto, algo que não deveria ser realizado – uma visão corroborada pelos demais licenciandos, conforme evidenciado na análise geral da discussão. Nos turnos 16, 17 e 19, entretanto, a

avaliação amplia seu foco, buscando justificativas que possam ter levado Miguel a optar pelo *doping*. Por exemplo, no turno 19, o licenciando Paulo evita julgar negativamente a escolha de Miguel, apontando influências externas, como as pressões sociais impostas pelo sistema capitalista, que podem ter influenciado sua decisão. Apesar de demonstrar compreensão, Paulo concorda que, segundo os valores sociais atuais, essa prática não pode ser considerada ética, pois viola as regras de competição justa no atletismo. Sua fala mobiliza elementos de reflexão que são retomados por outros licenciandos, como evidenciado nos turnos 20 e 22. Em contraste, no turno 23, o licenciando Milton discorda da escolha de Miguel, argumentando que ela não condiz com seus valores, uma vez que defende que as conquistas devem resultar de um esforço natural, e não de recursos artificiais. O confronto entre os argumentos de Paulo e Milton intensifica a tensão na discussão, que aumenta a partir do turno 25, culminando no turno 31, quando a licencianda Rita acrescenta elementos conflitantes que abalam alguns dos argumentos apresentados.

Segundo Coelho (2012), entre as diversas finalidades da engenharia genética, a aplicação mais fundamental é a “geneterapia”, ou seja, o tratamento de doenças congênitas por meio da manipulação genética. Esse procedimento, que envolve a inserção de genes em células específicas com fins terapêuticos, é utilizado no manejo de doenças crônicas, como a distrofia muscular. No contexto esportivo, a terapia gênica surge como uma abordagem promissora para a recuperação de tecidos com baixa capacidade regenerativa – por exemplo, tendões, cartilagens e músculos esqueléticos –, auxiliando na recuperação de lesões como rompimentos de ligamentos cruzados, danos em meniscos, lesões em cartilagens e calcificação óssea tardia, através da inserção de fatores de crescimento que estimulam a cicatrização. Nesses casos, conforme acentua o autor, é complexo estabelecer uma linha divisória clara entre a terapia e o aprimoramento genético. Ainda assim, alguns “[...] atletas saudáveis podem utilizar dessas mesmas biotecnologias para aprimorar o seu desempenho atlético, reforçar seus músculos, aumentar a velocidade, proporcionar características de interesse ou provocar um aumento nos glóbulos vermelhos do sangue” (Coelho, 2012, p. 172).

Como observado durante os diálogos individuais, as técnicas de edição genética, quando associadas a aplicações terapêuticas, como no caso das terapias gênicas, tendem a ser bem recebidas devido ao seu caráter reparador. Contudo, quando essas técnicas são relacionadas a aspectos como a melhoria do desempenho físico de um atleta, parece que se ultrapassa um limite que aciona um alerta, conforme constatado em diversas situações e na discussão mais aprofundada desse caso. Nesse sentido, “O doping genético tem suscitado debates tão intensos

quanto questionáveis dos pontos de vista científico, ético e legal” (Coelho, 2012, p. 172). O doping genético consiste na aplicação de células, genes ou modificações na expressão genética com o objetivo de aprimorar o desempenho esportivo, sem finalidade terapêutica (Coelho, 2012).

O caso discutido suscita diversas questões éticas, sendo uma delas, que se destaca nos argumentos dos licenciandos, a dúvida sobre o “limite entre cultivar talentos naturais e associá-los a artifícios nem sempre claros”. Os defensores do aprimoramento do desempenho argumentam que o uso de drogas e intervenções genéticas não difere dos métodos que os atletas já adotam para modificar seus corpos, como dietas especiais, complexos vitamínicos, barras energéticas, suplementos, programas de treinamento intensivo e até cirurgias (Sandel, 2021a, p. 43). Assim, torna-se cada vez mais difícil diferenciar as alterações que melhoram daquelas que corrompem. Nesse contexto, Sandel (2021a) argumenta que o aprimoramento humano é inquietante, pois distorce e supera os talentos naturais, e que essa problemática vai além do uso de drogas e intervenções genéticas. Em outras palavras,

Quanto ao uso da engenharia genética para a melhoria do desempenho, especialmente em atividades competitivas, as preocupações podem ser levantadas sobre o desempenho inautêntico, a vantagem injusta e a eugenia positiva. O fato consiste na ilegalidade de alterar o patrimônio genético da pessoa, colocando-lhe na condição de superioridade e que se entrecruza com o desempenho inautêntico e a vantagem injusta. Entendemos que, com o uso dos meios tecnológicos para transcender os limites de nossa natureza, estamos deformando o caráter também de desejos e aspirações humanos, estabelecendo-se para aferir externamente realizações que são cada vez menos os frutos de nossos esforços e cultivo individual (Coelho, 2012, p. 176).

Há uma distinção ética fundamental entre alcançar desempenho superior por meio do treinamento e do aprimoramento natural e obtê-lo através de intervenções biotecnológicas que substituem o esforço. Essa diferença está diretamente ligada ao respeito à dignidade humana, visto que o uso de reforços genéticos musculares no atletismo levanta sérias questões de justiça, equidade na competição e integridade do esporte. Modificar a natureza genética para fins competitivos ultrapassa os limites terapêuticos, configurando-se como uma forma de eugenia positiva, ou seja, a seleção de características consideradas vantajosas com base em desejos subjetivos e arbitrários, o que viola a dignidade da natureza humana e atenta contra a ética da pessoa. Assim, alterar o patrimônio genético para aumentar ou modificar as capacidades naturais do corpo e da mente é considerado ilícito e deve ser proibido, uma vez que compromete o respeito devido à dignidade humana (Coelho, 2012). Somando-se a isso,

Essas possibilidades de invasão da técnica no mais íntimo da pessoa suscitam desafios a uma reflexão ética que deverá sempre mais se confrontar com as profundas transformações provocadas pelas biotecnologias e pelos novos problemas levantados, como a divisão da sociedade entre os “geneticamente enriquecidos ou melhorados” e os “naturais”, o que poderia aumentar ainda mais a desigualdade social, um tema ainda conflituoso na sociedade mundial (Coelho, 2012, p. 179).

Por fim, ante os desafios da engenharia genética aplicada à finalidade de aperfeiçoamento – que se aproxima do que na literatura tem sido referido como “neo-eugenia” ou “eugenética” para designar o novo modelo de eugenia impulsionado pela engenharia genética, que se apoia em um conhecimento cada vez mais abrangente e preciso sobre o genoma humano –, emerge a urgente necessidade de compreender a verdadeira dignidade da atividade humana e reconhecer como certos métodos inovadores de aprimoramento do desempenho podem distorcer ou comprometer os valores fundamentais que sustentam essa dignidade (Coelho, 2012). Essa compreensão do aperfeiçoamento genético como uma nova forma de eugenia vem sendo compartilhada por vários autores (Leite, 2006; Bento, 2008; Habermas, 2010; Coelho, 2012; Furtado, 2019; Sandel, 2021a). Como destaca Bento (2008), uma terapia que segue um caminho de melhoramento genético humano perderia o caráter de uma terapia, passando a revelar-se como um eugenismo, cujos riscos se apresentam de modo incontrolável, podendo afetar as gerações futuras.

6.1.2 O caso do casal de surdas que desejava ter um bebê igual a elas: o bebê selecionado para nascer com surdez

Na discussão coletiva sobre o Caso 2 (único caso em que não há alteração genética direta, mas que aponta para possibilidades concretas de seleção de embriões), envolvendo um casal de surdas que desejavam ter um filho surdo, observou-se maior tensão e conflitos, uma vez que está em jogo uma vida humana em estágio embrionário. De modo geral, a discussão foi marcada por intensos elementos emocionais, como empatia, incômodo moral e inquietação, evidenciando a tensão entre a liberdade dos pais em fazer escolhas sobre seus filhos e os direitos do futuro indivíduo. Assim, os licenciandos demonstraram que, embora a autonomia e a afirmação de identidade sejam fundamentais – temas recorrentes em suas falas –, é imperativo ponderar as consequências éticas e práticas de tal escolha, a fim de promover uma decisão que respeite tanto os direitos individuais quanto o bem-estar coletivo. Semelhante ao caso anterior,

neste, os licenciandos refletiram sobre as implicações em suas considerações morais. Os recortes das discussões selecionadas foram divididos em dois episódios. Vejamos o primeiro episódio sobre o caso.

Episódio 01 - Caso 2 (GF-A)

1. Mediadora: *[Finaliza a apresentação do caso] O que vocês pensam sobre esse caso?*

2. Diana: *Problemático!*

3. Paulo: *Acho que tem a questão aí:: dos seus desejos, suas vontades e impostos para um indivíduo que nem a autonomia tinha de fato ainda, porque eu acho que é muito hipócrita. Eu não sei até onde vai se estender esse caso. Ele é real, obviamente, mas assim... eu vejo aí a questão de você exercer sua vontade em detrimento do seu bem-estar. Eu acho que bem-estar no sentido que para gerar mais, é:: a sensação de pertencimento, de acolhimento. Porque, se você tem duas mães surdas e você tem um filho que por conseguinte vai acabar adquirindo essa condição, você automaticamente vai gerar maior comprometimento [...] essa relação de pertencimento [...] Todavia, eu vejo que foi uma decisão acho que um pouco precipitada ou até por conta dessas mães colocarem em evidência seu desejo, a sua vontade, mas elas esqueceram da questão da autonomia desse indivíduo que vem ao mundo. E aí, ele não tem? Por ele estar na fase de desenvolvimento ele não é considerado um ser humano e por isso ele não tem autonomia para vir ao mundo do jeito como ele é? [Demonstra certa indignação com a decisão tomada pelas mães] Aí fica esse questionamento...*

4. Helena: *Eu não sei se eu entendi errado, mas não houve mudança de gene aí. Elas escolheram um parceiro que tinha cinco gerações na família e que vinha de surdez. Então, na minha opinião, nesse caso não houve violação de nada. É como se fosse uma inseminação artificial. Elas apenas escolheram o parceiro ideal com as características que elas queriam, elas não mudaram nada na criança.*

5. Laura: *Levando em conta também que elas eram surdas, teria 50% de chance da criança nascer surda.*

6. Helena: *Então... então elas escolheram um parceiro para completar, né? Um parceiro que poderia e deu a sorte [...] por essas gerações que vinha na família de surdez, mas elas não mudaram nada no feto, né? Eles apenas pegaram compatibilidade dos genes das mães, que eram surdas, com os genes do doador...*

7. Paulo: *Mas, pelo simples fato de você ESCOLHER quem vai vir ao mundo, da forma como ele vai, você já está predefinindo o quê que você quer.*
[...]

14. Helena: *Mas, nessa etapa de seleção, quando elas escolheram, escolheram o que elas queriam, no caso com a maior probabilidade de surdez, mas elas não modificaram o gene do embrião que viria. Elas não modificaram nenhum gene lá dentro. Nesse caso, eu não sou contra.*

15. Rita: *É porque nesse caso elas se sentiam bem na condição de surda e por isso, por elas se sentirem [bem] na condição de surda, é obrigado que a criança vá nascer com esse mesmo desejo? [...]*

16. Helena: *Eu quis dizer nesse ponto, assim, vamos lá, viu, vamos ver se eu explico direito. É, elas escolheram, certo? Não, não mudaram nada no gene, elas fizeram uma escolha. Mas esse embrião é uma vida. Se ela, se esse embrião não tivesse sido escolhido para essa família, se ela não tivesse escolhido esse embrião, selecionado esse embrião,*

esse embrião nasceria em outra família [...] ele veio por ocorrência, só que elas quiseram esse embrião que tinha a probabilidade de ser surdo. Elas não mudaram, não disseram assim: “Ah, eu quero que você pegue esse embrião, não vai vir surdo, não? Tire esse gene que dá a audição a ele”. Elas não fizeram isso. Elas escolheram uma coisa que seria melhor para elas viverem. [Milton demonstra certo incômodo nesse momento]

17. Paulo: A minha opinião pauta, mais uma vez, as SUAS vontades e seus anseios para um indivíduo que NÃO tem autonomia, que você já predefine como que ele vai vir ao mundo.

18. Helena: Mas, de todo jeito, ele não viria surdo, seja em qualquer outro lugar? [maior tensão, várias falas atravessadas]

19. Rita: Ou não [várias falas ao mesmo tempo, e uma forte tensão no momento] são 50% de chances...

20. Alice: Tem lá todos os embriões, quem vai fazer essa fertilização in vitro vai escolher do jeito que quer... “Ó:: Ah, eu quero com olhos azuis, branco e loiro, eu escolho, eu vou lá e escolho um embriãozinho que seja / que o pai seja com essas características”, um exemplo [...]

21. Helena: Mas eu digo nesse ponto, assim, o embrião, ele não tem os olhos azuis... Aí eu acho que é diferente eu chegar para o profissional e dizer assim: “Doutor, eu quero que você tire esse gene dos olhos escuros e coloque o gene dos olhos azuis”. Elas não fizeram isso. Elas apenas escolheram um que já viria com o gene da surdez. [breve silêncio]

22. Pesquisadora: Milton?

23. Milton: [...] Então que existiria a probabilidade, uma GRANDE probabilidade, mas que não é uma certeza de nascer o indivíduo surdo, porque tinha cinco gerações de pessoas surdas. Uma coisa aqui que a gente tem que deixar bem claro, né? Eu entendo o Paulo com a questão de exercer a vontade em cima de algo que há de vir, entendeu? Mas alguns pontos a gente tem que pautar de que logo no finalzinho do caso é:: existem pessoas que falam sobre colocar uma pessoa deficiente no mundo e a gente tem que entender que surdez, ela não é uma deficiência. Então, uma pessoa que tem deficiência auditiva, ela não é surda, porque são dois espaços diferentes. Quando a gente faz Libras, a gente identifica isso de/ a gente compreende isso. Como a gente/ porque a pessoa surda, ela não é uma pessoa PcD [Pessoa com Deficiência]. A pessoa surda ela não é uma pessoa PcD, ela é surda, certo? Só que uma coisa que a gente tá pensando aqui, que a gente tem que colocar em pauta, é que dentro desse grupo de estudo são todas pessoas ouvintes [breve silêncio]... [...] A pessoa surda, ela não é uma pessoa PcD e que SIM, a pessoa ela consegue garantir uma vida plena, entendeu? A pessoa surda. E que mundo MARAVILHOSO estaria esse filho inserido dentro desse casal lésbico de duas pessoas surdas, porque são duas pessoas que não são ouvintes, que garantiriam uma/ eu tenho EXTREMA certeza que transmitiria uma vida plena nessa pessoa [...]... [ao final da sua fala se instaura um breve silêncio]

24. Pesquisadora: Alguém quer fazer um comentário em relação à fala do Milton?

25. Diana: Eu concordo com a opinião de Milton! E... concordo na questão de que na inseminação artificial é como se fosse/ como se você considerasse o filho como uma mercadoria, de você trazer características das quais você quer atribuir a ele. Não acho que seja um processo natural. Acho que, se fosse algo, por exemplo, que não fosse escolhido, mas que a surdez fosse algo... não sei, não sei como eu posso dizer, é:: não, não seria... é:: de uma forma natural que fosse feita, mas sem eu apontar o dedo e dizer eu quero aquele porque ele tem essas características que eu quero.

Nesse episódio, o primeiro turno de fala marca o início do debate logo após a apresentação do caso, e logo se evidencia a inquietação dos licenciandos. No turno 2, a licencianda Diana apresenta uma reação emocional imediata, refletindo a complexidade do dilema. A partir desse momento, os licenciandos passam a expor suas percepções e a emitir juízos de valor, revelando tanto convergências quanto divergências quanto aos aspectos éticos e emocionais envolvidos. No turno 3, Paulo chama atenção para a problemática da imposição de vontades sobre um indivíduo que ainda não possui autonomia. Em seu discurso, ao ponderar sobre o caso, fica evidente seu incômodo moral com a decisão das mães em relação ao futuro bebê por considerar incoerente, do ponto de vista moral, a imposição de características (no caso, a surdez) que parecem visar apenas reforçar um senso de pertencimento e identidade, privilegiando o direito das mães sem considerar os direitos do futuro indivíduo.

A discussão sobre autonomia é aprofundada em turnos posteriores (turnos 14, 17 e 20), quando os participantes questionam se a escolha de selecionar um embrião com alta probabilidade de surdez não impõe, de forma indireta, uma identidade predeterminada ao futuro indivíduo. Nesse contexto, intervenções de Paulo (turnos 7 e 17) enfatizam que “o simples fato de você ESCOLHER quem vai vir ao mundo... já está predefinindo” o que se espera do futuro ser, evidenciando uma tensão ética entre o direito dos pais de exercer sua vontade e a preservação da autonomia do futuro filho. Paulo assume, assim, o papel de agente moral que coloca o embrião como paciente moral, atribuindo-lhe valor intrínseco enquanto ser de direitos e defendendo que sua natureza e seus direitos não devem ser violados. Essa defesa, fundamentada na ética deontológica – a qual se ancora no imperativo categórico de Kant, segundo o qual “todos devem ser tratados como um fim em si mesmos” (Kant, 2012; Bonjour; Baker, 2010) –, ressalta que os desejos e vontades das mães não podem se sobrepor aos direitos da futura criança.

Helena (turnos 4, 6, 14 e 16) e Laura (turno 5) abordam o caso sob outra perspectiva. Helena argumenta que, no presente caso, não houve alteração genética – as mães simplesmente escolheram um parceiro com histórico familiar de surdez –, o que equivale a uma “inseminação artificial” em que não se modificam os genes, mas apenas se seleciona um embrião que já carrega a característica desejada. Laura complementa essa ideia ao mencionar que, levando em conta a surdez das mães, há uma probabilidade de 50% de o bebê nascer surdo, reforçando o caráter hereditário da condição. Essa convergência sugere que, para alguns, a decisão pode ser interpretada como um ato de preservação da identidade e da cultura surda, o que, do ponto de vista normativo, pode ser defendido tanto sob uma perspectiva de virtudes – ao valorizar a

autenticidade cultural e a resistência a padrões hegemônicos – quanto, de forma utilitarista, ao considerar os benefícios da inclusão e da representatividade, desde que não haja violação dos direitos do embrião.

Por outro lado, a fala de Rita (turno 15) e o incômodo moral expresso por Milton (turno 23), reiterado por Paulo (turno 17), revelam uma tensão ética: enquanto alguns defendem a legitimidade da escolha com base na preservação cultural, outros questionam se essa imposição não limitaria a liberdade do futuro indivíduo, ao predefinir sua identidade sem que ele tenha voz na decisão. Tal crítica evidencia a preocupação de que, mesmo na ausência de intervenção genética ativa, a simples seleção de um embrião já configura uma imposição ética, pois impede que o indivíduo exerça sua autonomia ao vir ao mundo. Adicionalmente, as intervenções de Alice (turno 20) e Helena (turno 21) trazem à tona a questão da comercialização dos embriões. Alice compara o processo a uma seleção mercantil, em que “*você escolhe um embriãozinho*” com características desejadas, enquanto Helena enfatiza que, diferentemente de uma intervenção que modificaria diretamente os genes, as mães apenas optaram por selecionar um embrião com probabilidade de surdez. Essa diferenciação é crucial para os argumentos deontológicos, pois mantém o princípio da não interferência no material genético.

Milton (turno 23) amplia a discussão ao enfatizar que, apesar de haver uma grande probabilidade de a criança nascer surda, dada a tradição familiar, é necessário considerar que surdez, para ele, não é uma deficiência, mas uma identidade cultural. Essa fala gera uma tensão que contrapõe visões utilitaristas e deontológicas, pois, enquanto há o argumento de que a escolha reforça a identidade e pode proporcionar uma vida plena, também se impõe a necessidade de se questionar a naturalidade do processo e o direito do futuro indivíduo de não ter sua identidade predefinida. Dessa forma, emergem tensões quanto à possibilidade de impor uma identidade predeterminada ao futuro indivíduo e de transformar o processo reprodutivo em uma prática mercantilizada. No episódio seguinte, essas discussões se aprofundam e os conflitos e divergências de opiniões se intensificam. Ademais, as principais considerações morais e as defesas vão sendo recuperadas e ampliadas. A pesquisadora lança um questionamento, provocando-os a pensarem a respeito de um dilema envolvido no caso, e novos elementos passam a emergir no debate, como camadas profundas que vamos explorando à medida que consideramos novos aspectos. Vejamos a continuação da discussão no Episódio 02:

Episódio 02 - Caso 2 (GF-A)

26. Mediadora: Vejam bem, será errado ter um filho surdo de propósito?

27. Milton: Eu acho que, na condição do caso, não. [demonstra muita segurança]

28. Rita: Éh:: não pela forma delas saberem lidar com isso, que vai garantir que o filho vai saber lidar com isso... E que todo mundo sabe que, assim... não é que seja uma condição ruim na perspectiva dele ou que seja da nossa, mas que todo mundo sabe que você enfrenta alguns desafios na qual/ que nem todos... nem Libras não está inserida como a linguagem que todo mundo vai entender. Querendo ou não, é uma dificuldade de que quem tem essa condição vai enfrentar. Nesse caso, não sei se seria certo a pessoa escolher a forma com que o outro vai viver.

29. Paulo: Éh:: eu queria até comentar, fazer uma ressalva aqui, imagina esse indivíduo crescer, adquirir suas experiências, suas vivências e ele acaba, por consequente, descobrindo que, de certa forma, suas mães foram responsáveis por delimitar essa característica para si. Como é que ficaria? Como é que seria a recepção? Claro, eu acho que, presumindo a relação que esses indivíduos, essa família tiveram de pertencimento, de acolhimento [...] mas, assim, imagina esse indivíduo crescer, se desenvolver e tomar conhecimento disso. Como é que seria? Como é que ele reagiria? Tem a questão do indivíduo como adulto já formado, se ele/ será que ele pensaria da mesma forma que as mães, que as mães dele pensou, de que colocando, delimitando uma característica [...] e como é que seria a reação desse indivíduo como adulto descobrindo que suas mães podaram nessa característica, porque o termo podar é cortar, ao invés de deixar naturalmente acontecer? Foi delimitado a ele essa condição. Fica o pensamento, fica o questionamento. Não sei!

30. Helena: Eu não sei se eu entendi errado, mas eu bato na mesma tecla dizendo, elas não mudaram o gene dele. Elas apenas escolheram. Ele nasceria surdo em qualquer outra família.

31. Rita: Mas ele tinha, ele tinha éh:: outra possibilidade de desencadear essa [Helena tenta falar no meio da fala da Rita] condição OU NÃO. Vai depender do parceiro. No caso, ela tem essa condição e ela escolheu outra pessoa que tem essa condição. Ou seja, ele tem MAIS probabilidade de desenvolver isso. [Diana: ela meio que podou... outras opções] Não necessariamente que ele tenha esse gene, ele vai desenvolver esse gene.

32. Paulo: E o simples fato de você ESCOLHER o que você quer automaticamente... não é diretamente, mas indiretamente... você já está definindo, porque, de certa forma, você está escolhendo. E... você colocando sua vontade, que, mais uma vez, é algo que eu não corro/ não contribuo [não apoio] é a você atribuir suas vontades, seus anseios, para o indivíduo que não tem autonomia, por mais que você queira gerar pertencimento ou acolhimento. Porventura, se eu tiver um filho ou uma filha, eu não sei, e eu ver, éh:: me deparar com a situação em que eu possa manipular uma característica, estou trazendo uma comparação, e eu perceba que eu possa melhorar esta característica para que futuramente ele não venha a nascer com essa característica que por consequente ela é tachada ou ela é dita como uma condição ruim negativamente, abre aspas, eu não faria. Mais uma vez, é a questão da ética, é a questão da autonomia do indivíduo vir ao mundo [...] Mas mexer com a vida, mexer com o indivíduo que ainda não tem discernimento, não tem autonomia, isso fere diretamente com a minha ética, com a liberdade do indivíduo [...]

33. Helena: [...] Você já parou para pensar se elas escolheram ele com esse/ com essa característica delas porque seria mais fácil para elas criarem ele? Porque, já pensou, um exemplo, “você tem um nível de vida, você é surdo, seu esposo, sua esposa é surda, vocês nascem natural, como você está me dizendo, uma criança que não seja...” Você já parou para pensar como seria difícil a comunicação? A criança no começo que ela precisa de um desenvolvimento, ela não entende o que está acontecendo porque seus pais

não respondem do jeito que ela quer, ela fala e os pais não respondem. E já pensou se fosse por isso também que elas o escolheram? [...]

34. Paulo: Eu entendo, Helena, perfeitamente seu raciocínio. Elas querem criar situações que sejam benéficas para ele futuramente, pois elas... pois na criação, na vivência, elas têm pessoas da mesma condição, mas... [Demonstra inquietação] [...]

35. Rita: No caso, você vai gerar um filho pensando nessa condição para facilitar a sua vida? Acho que seria um egoísmo, porque, assim, a criança, a partir do momento que ela cresce naquele meio, ela VAI APRENDER [...]

36. Diana: Se adaptar.

[...]

43. Paulo: [...] por mais que ele seja considerado normal. Se o normal naquela vivência, normal, entre aspas, era uma condição de surdez, então ela já está condicionando. É, é hipócrita. Esse é um discurso, me perdoa, mas é um discurso, mais uma vez, de egoísmo [...]

43. Helena: E quem garantiria TAMBÉM que ele viria / essa criança viria surda? Mesmo juntando o dela [material genético] sendo surda e o dele sendo surdo, ela iria renegar se ele viesse ouvindo, quer dizer?

44. Laura: E se fosse ao contrário? Se, ao invés de escolher um que viesse com o gene da surdez, escolhesse um que não tivesse o gene da surdez? [...]

[...]

46. Helena: Eu acho que elas só foram criticadas por isso, porque escolheu a criança nascer igual a elas, surdas. MAS a criança também poderia ter a mesma probabilidade de vir escutando normalmente. Não era OBRIGATÓRIO ela ter vindo com a surdez.

[...]

60. Rita: A questão de fato é que ela ESCOLHEU! A questão é que... não é o fato de escolher ser surdo ou não, é o fato dela usar isso [a tecnologia da inseminação artificial e a escolha do doador] para poder gerar uma criança com essa condição, ela pegar um tal traço com o traço dela e poder ter mais probabilidade de ele nascer [...] Eu simplesmente vou éh:: fazer um método com que eu tenha esse filho, e não necessariamente eu éh:: manipular um tipo de característica para isso [Vários participantes falam ao mesmo tempo].

[...]

72. Alice: [...] E a partir do momento que a gente fala de surdez, nós como ouvintes, né? Como a gente está aqui conversando, a gente tem noção que uma pessoa que é surda, que tem éh:: o problema na audição, ela VAI viver com mais dificuldades. ISSO É ÓBVIO! É óbvio, PELO AMOR DE DEUS! [alteração no tom de voz e agitação do grupo] A gente conversando aqui, a gente sabe o prazer que é ouvir uma música. Sabe o prazer que é tocar um instrumento e poder ouvir o que a gente está tocando. Então imagine nós como ouvintes, claro, porque uma pessoa que nasce surda não vai ter essa experiência. Então... imagine você PRIVAR, porque você está privando, a criança não tem vontade [No sentido de liberdade e autonomia de escolha], ela vai crescer sem saber o que é uma música, o que é... o que é ter a possibilidade de tocar um instrumento, entendeu? De ouvir a voz de um ente querido... [fala de forma emocionada] Isso tem que ser colocado em PAUTA. Então é assim, aí dizer: “Tudo bem nascer surdo, porque vai estar na família de surdo”... GENTE!

73. Laura: Só que as mães dele não têm o prazer de ouvir [tensão no grupo e exaltação da voz de alguns]

[...]

75. Milton: MAS... mas ele NUN-CA vai saber o que é esse prazer...

76. Alice: VAI SABER! Porque ele vai estar na sociedade, ele vai conviver com pessoas que sabe o que é isso [...]

Conforme mencionado, no início do episódio (turno 26), a pesquisadora lançou uma questão: “*Vejam bem, será errado ter um filho surdo de propósito?*”, mobilizando a discussão sobre um dos principais dilemas evidenciados com o caso. Logo em seguida, Milton (turno 27) se posiciona com segurança, afirmando que, na condição apresentada, não seria errado. Essa intervenção inicial já revela uma visão que, embora não discuta explicitamente as dimensões éticas, sugere uma defesa da escolha reprodutiva baseada na autonomia dos pais. Ainda sobre o questionamento, no turno 28, Rita introduz uma discussão sobre a capacidade dos pais de “*lidarem*” com a condição – destacando que, embora não se trate de uma condição ruim em si, ela acarreta desafios, especialmente na comunicação, uma vez que Libras não é uma linguagem universal. Rita questiona se a escolha de impor essa condição ao futuro bebê não seria, de certa forma, equivocada, pois o indivíduo, ao nascer, não terá a oportunidade de escolher como vivenciar ou não essa característica.

No turno 29, Paulo amplia a reflexão ao utilizar a metáfora de “*podar*” para ilustrar que, ao delimitar uma característica, as mães podem estar restringindo a possibilidade do futuro indivíduo de construir sua própria identidade. Ele pondera sobre como o ser, ao crescer, poderá perceber que sua identidade foi predeterminada, levantando uma questão moral sobre a imposição dos desejos dos pais. Em suas considerações, o valor intrínseco e a não violação do embrião e de seu direito à autonomia são tomados como ponto central. Helena, no turno 30, contrapõe essa visão, afirmando que, no caso em debate “*elas não mudaram o gene*”; as mães simplesmente escolheram um parceiro com histórico de surdez. Essa intervenção enfatiza a diferença entre a seleção de um embrião e a intervenção direta no genoma, o que, para ela, torna o procedimento menos invasivo do ponto de vista ético. Ainda, no turno 31, Rita ressalta que a escolha aumenta a probabilidade, não garantindo, porém, que o bebê venha a ser surdo, sugerindo que há, de fato, múltiplas possibilidades a depender do parceiro escolhido e fortalecendo a afirmação de Helena sobre não ter havido nenhum tipo de invasão nessa futura criança.

Paulo, no turno 32, reforça a crítica de que o ato de escolher já impõe uma predefinição: “*o simples fato de você ESCOLHER quem vai vir ao mundo... já está predefinindo*” o que se espera do futuro ser. Essa afirmação ressalta, novamente, a tensão entre a autonomia dos pais e a preservação dos direitos do futuro indivíduo, uma vez que a escolha ativa implica a atribuição

de vontades a alguém que ainda não possui capacidade de decisão. Helena, no turno 33, volta a questionar a motivação das mães, sugerindo que a escolha poderia ter sido influenciada por conveniências práticas, como facilitar a criação do filho, dada a dificuldade de comunicação em um ambiente onde os pais são surdos. Essa reflexão amplia o debate ao incluir aspectos práticos e relacionais, evidenciando que a escolha pode refletir tanto anseios afetivos quanto uma racionalidade instrumental que condicione o desenvolvimento do futuro indivíduo. No turno 35, Rita enfatiza que “*ela ESCOLHEU*”, destacando que o uso da tecnologia – por meio da inseminação artificial e da seleção do doador – transforma o processo reprodutivo em um ato de escolha que, de certa forma, mercantiliza a reprodução. Essa posição é complementada por intervenções posteriores em que os participantes discutem a ideia de que escolher características específicas se assemelha a selecionar um produto, reduzindo a criança a uma mercadoria, o que fere os direitos fundamentais do futuro ser.

Nos turnos 72 a 76, a discussão ganha contornos emocionais intensos. Alice, com veemência, argumenta que privar uma criança do prazer de ouvir – elemento essencial para uma experiência sensorial plena – é moralmente inaceitável. Ela destaca que, para os ouvintes, o prazer de ouvir música, de tocar um instrumento ou de escutar a voz de um ente querido é algo fundamental, sugerindo que a privação dessa experiência constitui uma perda irreparável para o futuro indivíduo. Laura e Milton reforçam, de maneira complementar, que o bebê “*nunca vai saber*” esse prazer, embora Alice contraponha que, inserido na sociedade, o indivíduo poderá, em certa medida, experimentar essas sensações. Esses turnos demonstram uma análise utilitarista, que pondera os benefícios e prejuízos das experiências de vida, e, ao mesmo tempo, levantam questões deontológicas sobre o direito à experiência e à autonomia do futuro ser.

Desse modo, percebemos uma polarização nas opiniões sobre o caso. Os licenciandos que criticam a imposição de vontades (Paulo, Rita) identificam o futuro indivíduo como o paciente moral – aquele que, por ainda não possuir autonomia, não pode ter seus direitos violados. Esses participantes adotam uma perspectiva deontológica, na qual o imperativo moral de tratar o ser como um fim em si mesmo é central (Kant, 2012; Bonjour; Baker, 2010). Helena e Laura defendem a legitimidade da seleção do embrião com base na hereditariedade, argumentando que, na ausência de modificação ativa dos genes, o procedimento configura apenas uma escolha entre possibilidades naturais. Essa visão combina elementos deontológicos (pela distinção entre seleção e modificação) e das virtudes, ao valorizar a preservação da identidade cultural sem intervenção direta.

Milton e Diana enfatizam, de forma utilitarista, que os benefícios coletivos, como a preservação da identidade surda, devem ser ponderados frente aos riscos individuais. Contudo, eles também reconhecem a tensão entre a defesa da autonomia reprodutiva dos pais e a necessidade de garantir os direitos do futuro ser. Já Alice, ao abordar as implicações sensoriais, utiliza uma abordagem utilitarista ao comparar os benefícios de experiências auditivas com os prejuízos da privação, mas também ressalta aspectos deontológicos ao defender que o futuro indivíduo tem o direito à experiência e à autodeterminação.

Em síntese, esse episódio revela uma discussão complexa a partir da emergência de vários aspectos morais, emocionais, sociais. Enquanto alguns licenciandos defendem a escolha reprodutiva como um ato legítimo de afirmação cultural e autonomia dos pais, outros alertam que essa decisão impõe, de forma indireta, uma identidade predeterminada ao futuro indivíduo, violando seus direitos e limitando sua liberdade de escolha. A análise dos argumentos mostra que o “paciente moral”, o futuro ser, é central em todas as intervenções, sendo protegido por abordagens deontológicas que enfatizam o direito à autonomia, por perspectivas utilitaristas que ponderam os impactos coletivos e por uma ética das virtudes que preza pelo cuidado e pelo respeito com a vida humana.

Em última instância, os licenciandos evidenciam que, embora a preservação da identidade cultural seja um valor importante, ela não pode se sobrepor à garantia dos direitos fundamentais e da vida digna do futuro indivíduo, que devem ser respeitados para que a decisão reprodutiva não se transforme em um processo de imposição mercantilizado e coercitivo. Além disso, diversos licenciandos não focaram seu julgamento diretamente no valor da ação como sendo boa ou ruim, mas nas justificativas que poderiam alterar o valor dessa ação, por exemplo, no caso das possíveis justificativas que levaram as mães a optarem pela escolha debatida, independentemente se fazer essa escolha seria algo correto ou não.

Nessa perspectiva, em certa medida, alguns licenciandos parecem ter dado mais atenção ao aspecto da característica envolvida em si (a surdez) ou, por não haver uma edição genética propriamente, não terem visto esse tipo de possibilidade de escolha, fornecida com o avanço da biotecnologia, com a inseminação artificial, os testes genéticos, a exemplo do Diagnóstico Genético Pré-Implantação (DGPI), como questionável. E se alterarmos a condição, como sugeriu uma licencianda? Ainda assim, não há algo de inquietante nessas possibilidades de “selecionarmos”, “projetarmos” como os nossos filhos devem nascer?

Habermas (2010) questiona se é moralmente aceitável que a existência de um ser humano seja condicionada a uma avaliação genética – isto é, se a dignidade humana pode ser

reconhecida somente após um exame que delimite sua aptidão para existir e se desenvolver. Indaga ainda se é legítimo exercer controle absoluto sobre a vida humana para propósitos de seleção, ou seja, se devemos ter a liberdade de manipular e escolher características em seres humanos de forma indiscriminada, independentemente de quais sejam elas. Esses questionamentos ressaltam a complexidade de compreender os limites éticos da seleção e manipulação da vida humana, provocando uma reflexão profunda sobre os critérios que devem assegurar a dignidade e a autonomia inerentes a todo ser humano. Como adverte Sandel (2021a), vivemos à sombra da eugenia com a possibilidade crescente de alteração da nossa natureza advinda dos avanços dessa área.

Um exemplo dessa dinâmica tecnocientífica complexa, associada a intenções eugênicas, é o comércio de gametas. A inseminação artificial possibilita que futuros pais comprem óvulos ou sêmen com as características genéticas desejadas para seus filhos. Embora esse método seja menos seguro para “projetar” uma criança do que técnicas como clonagem ou Diagnóstico Genético Pré-Implantacional, ele ilustra o encontro entre antigas ideias eugênicas e o atual consumismo. Por exemplo, alguns jornais de universidades da Ivy League chegaram a oferecer cerca de US\$50 mil por óvulos de jovens com altura mínima de 1,80m, desempenho atlético e excelentes pontuações em exames nacionais. Mais recentemente, surgiu um site que leiloa óvulos de modelos, com lances que variavam de US\$15 mil a US\$150 mil. Mesmo que ninguém seja forçado a comprar ou vender, o desconforto moral gerado por esse mercado revela que as intenções eugênicas ainda persistem e conflitam com a liberdade de escolha (Sandel, 2021a).

De forma semelhante, bancos de sêmen, como o Cryobank, enfatizam a origem prestigiosa dos doadores e oferecem informações detalhadas sobre suas características físicas, origem étnica e formação acadêmica – e, por um custo adicional, até mesmo dados sobre temperamento e personalidade (Sandel, 2021a). Diversos riscos sociais podem ser associados a esse tipo de anúncio e aplicação das ciências e da tecnologia que, a princípio, tende a enfatizar apenas as “promessas” e “soluções”. Será que há uma diferença moral em selecionar características dos doadores de óvulos e espermatozoides e projetar crianças com uso das técnicas de edição genética? E projetar uma criança segundo intenções de mercado? Parece-nos que as promessas da engenharia genética não conseguem se sustentar por completo. Esses exemplos mostram mais claramente os interesses do capital nessas biotecnologias, associados à mercantilização da vida humana, em que você pode acessar um site na internet e verificar as ofertas de “bioprodutos”. Mais do que nunca, emerge a necessidade de uma educação científica

que contribua para uma formação crítica e emancipada, com o desenvolvimento de sensibilidade moral e a constituição de valores e virtudes para a vida em sociedade.

As discussões sobre questões sociocientíficas, especialmente aquelas que envolvem dimensões éticas e valorativas relacionadas à temática racial, podem contribuir significativamente para a formação de professores antirracistas. Segundo Zeidler *et al.* (2005), os educadores devem estar aptos a enfrentar os dilemas éticos emergentes no contexto do ensino de Ciências, o que reforça a importância de incorporar esses debates na formação docente. Dessa forma, a articulação entre o conhecimento científico e a prática de virtudes – como honestidade intelectual, precisão semântica, responsabilidade, confiabilidade, solidariedade e justiça social – torna-se essencial para uma educação científica de qualidade, conforme destacado por Kolstø (2001), Levinson (2006), Conrado (2017) e Bencze *et al.* (2018).

Entretanto, a falta de formação específica representa um desafio considerável para os professores na abordagem das questões sociocientíficas. A educação interdisciplinar frequentemente contrasta com currículos escolares centrados em conteúdos disciplinares, e a ênfase excessiva em disciplinas isoladas na graduação dificulta a integração de aspectos sociais, políticos e éticos relacionados ao progresso científico e tecnológico (Martínez-Pérez; Carvalho, 2012; Genovese; Genovese; Carvalho, 2019). Em síntese, um dos principais entraves enfrentados pelos educadores reside na formação predominantemente teórica, que falha em conectar os conceitos estudados com a prática, comprometendo a implementação efetiva de uma abordagem de ensino que aborde de maneira abrangente as QSC (Martínez-Pérez, 2014).

Na seção seguinte, destacamos algumas das principais contribuições decorrentes da vivência e exploração de uma QSC relacionada ao tema, com base nas potencialidades e nos desafios evidenciados nas vozes dos licenciandos participantes do estudo.

6.2 CONTRIBUIÇÕES DA VIVÊNCIA E EXPLORAÇÃO DE UMA QSC RELACIONADA AOS AVANÇOS DA BIOTECNOLOGIA A PARTIR DE DISCUSSÕES POR MEIO DA EXPLORAÇÃO DE CASOS CONTENDO DILEMAS MORAIS

“[...] O esvaziamento do domínio público dificulta o cultivo do hábito da solidariedade e do senso de comunidade dos quais depende a cidadania democrática.” (Michael Sandel, 2021b, p. 328)

Nesta seção, buscamos contemplar reflexões que nos permitam inferir possíveis contribuições da vivência e exploração de uma questão sociocientífica relacionada aos avanços da biotecnologia, particularmente da engenharia genética e das técnicas de edição genética – como o CRISPR-Cas9 – no contexto dos seres humanos, por meio de discussões promovidas a partir da exploração de casos contendo dilemas morais. Nesse sentido, esta seção busca atender ao último objetivo específico desta tese.

Conforme mencionado, diversas pesquisas vêm apontando e defendendo a abordagem de QSC no contexto da formação de professores (por exemplo, Pedretti, 2003; Reis; Galvão, 2005, 2008; Carnio; Lopes; Carvalho, 2011; Galvão; Reis; Freire, 2011; Guimarães, 2011; Bortoletto; Carvalho, 2012; Lee; 2022; Lee *et al.*, 2012a; Martínez-Pérez, 2012, 2014; Martínez-Pérez; Carvalho, 2012; Santos; Carvalho, 2012; Hodson, 2013; Genovese; Genovese; Carvalho, 2019). Assim, conforme evidenciado na literatura, as QSC mobilizam interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e são um modelo educacional que promove uma visão mais ampla do ensino de Ciências e de tecnologia na relação com questões éticas, sociais, econômicas, políticas e ambientais, contribuindo com a formação crítica (Martínez-Pérez; Carvalho, 2012).

Nesse sentido, a abordagem de QSC no ensino de Ciências não pode se reduzir aos conteúdos específicos de Ciências, porque, apesar de serem relevantes para a educação científica e tecnológica dos cidadãos, não são suficientes para abordar as questões sociais, políticas e éticas atreladas ao progresso científico e tecnológico. Logo, é importante que o professor de Ciências mobilize uma diversidade de conhecimentos de fontes diversificadas sobre assuntos políticos, sociais, científicos e pedagógicos que lhe permitam favorecer o crescimento pessoal e social de seus estudantes (Martínez-Pérez; Carvalho, 2012). Entretanto, esse não é um processo simples. Em consonância com Carvalho, tem-se:

Se a relação entre ciência e tecnologia já é difícil para a sala de aula tradicional, mais difícil deve ser um questionamento mais sério sobre as relações entre ciência e sociedade, tecnologia e ambiente natural, pois não se criou oficialmente na educação escolar o exercício de se “misturar” subjetividade e objetividade. No caso do ensino das ciências, essa postura vem, como tradição, da própria ciência (2005, p. 139).

Desse modo, o autor aponta que o ensino de Ciências ainda é muito fragmentado e distante da realidade social e ambiental, pois mantém a ciência e a tecnologia separadas de suas implicações na sociedade. Mesmo dentro da abordagem tradicional, já é difícil trabalhar a

conexão entre ciência e tecnologia, pois o ensino muitas vezes trata esses campos de forma isolada, sem explorar suas interdependências. Quando se tenta ampliar o debate para incluir aspectos sociais e ambientais, o desafio se torna ainda maior, pois o ensino tradicional não costuma incentivar a reflexão sobre como a ciência e a tecnologia impactam (e são impactadas por) a sociedade e a natureza. Como se não bastasse, a escola tem historicamente priorizado uma visão objetiva e neutra da ciência, sem abrir espaço para debates que envolvam valores, ética e impactos sociais. Essa postura vem da própria tradição científica, que busca uma abordagem baseada na racionalidade e na comprovação empírica.

Nesse cenário, a ciência enquanto um dogma “[...] na prática funciona como elemento de alienação, uma vez que instâncias da vida social, como a política e a econômica, utilizam tal autoridade como meio de conquista de poder” (Carvalho, 2005, p. 7), conforme evidenciamos em alguns discursos dos licenciandos que tomaram a manipulação genética e as técnicas de edição genética a partir de visões marcadas pelo cientificismo, apresentando uma perspectiva salvacionista da ciência. Assim, a falta de uma abordagem mais integrada e crítica dificulta a reflexão sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, fortalecendo o desenvolvimento de um pensamento alienante em detrimento de uma formação científica crítica. Nesse sentido, atribui-se aos professores a responsabilidade de avaliar as implicações do avanço tecnocientífico e de revisar continuamente suas práticas educativas, de modo a assegurar uma educação científica efetiva (Cachapuz *et al.*, 2005), na qual os estudantes tomam consciência das contradições da tecnociência e aprendem a avaliar (emitir juízos de valor) suas implicações.

Ademais, a importância dos aspectos éticos e morais dessas questões para a promoção do desenvolvimento e da sensibilidade moral nos estudantes vem sendo destacada na literatura da área (Bebeau, 1995; Razera, 2000; 2006; Razera; Nardi, 2001; 2003; 2013; Zeidler; Keefer, 2003; Sadler; Zeidler, 2004; Sadler, 2004b; Zeidler *et al.*, 2005; Fowler; Zeidler; Sadler, 2009; Guimarães; Carvalho; Oliveira, 2010; Guimarães, 2011; Silva; Santos, 2014; Kahn; Zeidler, 2016; Conrado; Nunes-Neto, 2018; Hodson, 2018; Silva; Queiroz, 2019). Contudo, ainda existem lacunas quanto à forma de abordar tais aspectos na formação, uma vez que ela envolve diferentes perspectivas, crenças e juízos de valor. Nosso objetivo não é encerrar toda a discussão sobre o tema – o que não seria possível considerando as limitações deste estudo –, mas sim apontar algumas contribuições decorrentes da vivência e da exploração da QSC, debatidas ao longo deste trabalho por meio de discussões e análises de casos com foco na dimensão ética e valorativa, assim como os desafios evidenciados pelos licenciandos.

Conforme já advertia Razera (2007, p. 1) em seu estudo, os valores morais não são inatos, mas sim aprendidos. Em suas palavras, “Não nascemos com o discernimento de valores e nem com instruções morais pré-definidas”. Ter esse aspecto em vista é essencial para podermos refletir sobre possibilidades de contribuir com o desenvolvimento desses valores no contexto do ensino, especialmente de Ciências da Natureza. Atrelado a isso, é importante considerar a relevância do ensino de Ciências para o desenvolvimento moral dos estudantes ao perpassar o universo de conteúdos socialmente controversos e polêmicos que se constituem em um espaço frutífero para discussões de ordem ética e moral. Portanto, nosso papel, considerando o nosso compromisso enquanto formadores, amplia-se para além de aspectos da dimensão epistêmica, contemplando também aspectos da dimensão não epistêmica (aspectos éticos e morais, políticos, econômicos, sociais, etc.), algo implícito na abordagem de QSC. No entanto, para ser possível atender a essa importante formação para a consideração dos aspectos éticos e morais nas aulas de Ciências, é urgente a necessidade de que os projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura nessa área do conhecimento sejam repensados e reestruturados de modo a garantir essa formação (Razera, 2007, p. 5), tendo em vista que “[...] questões de ética e de responsabilidade social inevitavelmente fazem parte da educação em ciências [...]”.

Partindo dessa relevância, ao refletirmos sobre o ensino de aspectos éticos e morais das QSC, é importante pensar tanto em como ensinar ética quanto em como abordar a ética nas aulas de Ciências. Essa preocupação foi também destacada por Reis (2007), que aponta a discussão de estudos de caso como um caminho viável. Assim,

[...] a discussão de estudos de caso sobre as implicações sociais e morais de práticas científicas e tecnológicas controversas na área da biotecnologia revela-se extremamente eficaz na estimulação de interações sociais na sala de aula, na construção de conhecimentos sobre as temáticas em causa e as inter-relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade e, ainda, no desenvolvimento cognitivo e moral dos alunos [...] (Reis, 2007, p. 39).

O potencial uso de casos para abordar, de forma geral, QSC também foi defendido em estudos anteriores, como em Lima e Linhares (2008), Velloso *et al.* (2009), Sá e Queiroz (2010), Conrado, El-Hani e Nunes-Neto (2015), Conrado (2017), Conrado e Nunes-Neto (2018) e Silva e Queiroz (2019). Compartilhamos dessa defesa, uma vez que, nesta pesquisa, percebemos a exposição de situações e casos como uma possibilidade concreta de oportunizar um contexto mais completo – envolvendo cenários, personagens, controvérsias, dilemas éticos, conceitos, etc. – para que os licenciandos possam refletir, enquanto agentes morais, sobre cada situação

em particular, identificar as principais controvérsias e dilemas, analisar os valores envolvidos e emitir suas considerações a partir do debate coletivo, contrapondo seus pontos de vista com os de outros.

Esse processo constitui um espaço e um momento formativos para refletir sobre juízos de valor, muitas vezes a partir da revisitação de comentários ou argumentos anteriores, bem como de uma reconsideração moral ao ampliar perspectivas ainda não pensadas. Tais reflexões resultam das análises das duas fases da pesquisa e das falas dos licenciandos, que destacaram não ter pensado de determinada maneira ou reconheceram que sua consideração moral não havia levado em conta aspectos evidenciados por outros participantes. Contudo, esse momento não ocorre de forma linear ou simples, uma vez que envolve o contato e a vivência com possíveis conflitos e diferentes pontos de vista, os quais tornam a experiência ainda mais complexa. De acordo com Reis,

A chave deste progresso reside nos conflitos sócio-cognitivos estabelecidos entre os alunos, ou seja, no confronto interpessoal e intrapessoal de ideias. A discussão dos diferentes pontos de vista facilita a partilha de informações, a construção de conhecimento e a modificação dos raciocínios através da descoberta de inconsistências lógicas (2007, p. 39).

A participação na pesquisa foi valorizada pelos licenciandos e corrobora o que argumentamos, como é possível verificar em alguns de seus enunciados, a exemplo do Renato no final do curso e de Rita no meio do curso:

“[...] A questão da manipulação genética é algo presente na sociedade, né, que vai se tornar mais presente ainda, né? E isso pode resultar em implicações assim... que possam ser prejudiciais mesmo para alguns grupos humanos [sociais e étnicos]. Então eu gostei bastante dos questionamentos. Há alguma coisa que:: que faz a pessoa refletir, sabe? É muito interessante mesmo, né verdade? Por que você começa a refletir sobre algumas implicações que não tinha pensado ainda, e eu gostaria de ter tido [acesso a] tudo isso antes [no início da graduação], né, na verdade... Então gostei bastante!” (Renato).

“Eu agradeço porque assim, éh:: a gente/ até a gente aqui na faculdade mesmo, a gente não, não para pra saber tanto dessas áreas [biotecnologia, engenharia genética...], porque a gente fica bem preso às disciplinas, ao que o professor diz, apesar de que eu não estudei ainda... genética. Mas tem muita coisa acontecendo na ciência, a gente não sabe [...] Até para gente assim... começar a pensar em por que tem muita coisa que a gente não está parando para pensar, a gente está tudo no automático, vivendo aquilo que a gente nem pensa que está tão avançado assim, né? E muitos problemas também... que não são percebidos tão facilmente” (Rita).

Além de contribuições da discussão sobre o tema durante a participação no estudo, alguns licenciandos também afirmaram que a abordagem desses temas com foco em aspectos éticos e morais no ensino de Ciências e de Biologia apresenta-se como um desafio, como é possível verificar no enunciado a seguir:

“É um desafio... O desafio é o tema em geral, né? Porque eu sei que é um tema muito sensível para se abordar... principalmente no Ensino Fundamental, no Médio também, mas principalmente no Fundamental. Acho que requer uma certa sensibilidade e possibilidades... Ah:: infinitas... porque daria para se procurar essa percepção de cada um, trazer alguns conceitos, né? Tem a questão da ética também... Não sei, não me sinto preparada... Acho que é isso” (Camila).

Além disso, embora os licenciandos tenham valorizado a discussão sobre questões sociocientíficas, enfatizando a sua importância para o ensino de Ciências e de Biologia na Educação Básica, diversos deles sentiram dificuldades em identificar as principais controvérsias e implicações éticas e morais, especialmente no início dos diálogos, quando evidenciamos indícios de ausência de sensibilidade moral. Outro aspecto importante a ser mencionado foi o fato de essas percepções, na maioria dos licenciandos, mudarem com o passar das discussões e em diálogo com as perspectivas dos colegas nas exposições dos casos, passando a identificar algumas controvérsias até então não refletidas, por exemplo.

A identificação de uma QSC constitui, de fato, um desafio para os professores que ainda não estão familiarizados com tais questões (Martínez-Pérez, 2012; Martínez-Pérez; Carvalho, 2012; Carvalho; Lopes-Júnior, 2016), assim como a compreensão e o desvelamento de todas as suas camadas (promessas, controvérsias, dilemas éticos e morais, interesses, valores, contradições, agentes sociais envolvidos, etc.). Dessa forma, reafirmamos que a oportunidade de experienciar a discussão sobre questões sociocientíficas durante a formação inicial pode contribuir, significativamente, para que os futuros professores possam reconhecê-las e interpretá-las, bem como com o maior preparo e confiança para lidar com essas questões em sua prática educativa. O encorajamento para a abordagem das QSC pelos professores também é incentivado por Derek Hodson.

Hodson (2013), ao explorar as implicações curriculares associadas à implementação de uma abordagem orientada para questões sociocientíficas na educação científica, destaca alguns aspectos como: (a) a necessidade de proporcionar um conhecimento científico que responda à “necessidade de saber”, ajustando-se à complexidade, à multidimensionalidade e à natureza fluida das situações reais, bem como às restrições impostas por contextos específicos; (b) a

centralidade da compreensão científica, englobando tanto a linguagem quanto a estrutura da argumentação científica; e (c) a urgência de aprimorar as competências de leitura crítica e a alfabetização midiática. Além disso, ao evidenciar, ainda, as ansiedades, os desafios e as dificuldades enfrentadas pelos professores ao promoverem o debate em sala de aula, especialmente ao tratarem de controvérsias e questões éticas e morais, e ao enfrentarem a resistência que pode emergir quando essa abordagem é estendida para incluir o engajamento dos alunos em ações sociopolíticas, reafirma-se a importância do compromisso com a formação e preparação desses professores de modo mais compatível com as complexas demandas da contemporaneidade.

Essas reflexões vão ao encontro do relato da licencianda Diana, que não apenas destaca os desafios de abordar essas questões controversas, especialmente diante da complexidade dos conteúdos envolvidos, como a genética, mas também enfatiza a importância de um ensino que contemple tanto os conteúdos e os avanços dessa área quanto as controvérsias a ela associadas, conforme enuncia:

“[...] atualmente eu estou no Programa de Iniciação à Docência [PIBID], então, de certa forma, eu tenho um pouco de pezinho na sala de aula. Um dos temas que já estavam sendo abordados, hoje, era sobre genética, né? É aquela ideia da ervilha e tudo mais... A gente vê que é sempre um conteúdo muito básico de que isso [genética] se resume a um cruzamento que vai dar uma probabilidade [genética mendeliana] [...] quando a gente visualiza esses quesitos, eles são sempre muito mais voltados para quadros clínicos. Então a gente percebe que até grande parte das questões que os alunos respondem em sala de aula é: qual a probabilidade dele desenvolver um certo tipo de doença? Ou então qual a probabilidade dele ter um tipo de característica [fenotípica]? [...] Atualmente, eu não seria uma pessoa que eu estaria preparada para falar sobre genética, até porque, como já havia comentado, eu acho um assunto extremamente complicado de você pautar [ensinar] [...] envolve muito as técnicas e conceitos e que você precisa, de certa forma, ter uma segurança daquilo que você está abordando. A gente já está no período de graduação, a gente está passando a ter [acesso a] esses conhecimentos. Então, como professora, né, em sala de aula, eu tentaria garantir aos meus alunos que eles pudessem, né, ter uma visão um pouco geral sobre a genética... aspectos gerais que a gente sempre oferece, mas também garantir com que eles possam discutir, promover, tentar obter opiniões e informações sobre o assunto... a partir disso/da gente sempre, né... não explicar só coisas que poderiam ser benéficas mediante aquele conteúdo, mas também falar as controvérsias que eles poderiam ter que enfrentar... Tentar realizar um debate para fazer com que eles pensem: será que isso seria bom ou ruim na vida deles? Basicamente como a gente está tendo nessa entrevista... porque são coisas que podem ser possibilidades, mas que eles nem sabem ainda... nem pensam sobre...” (Diana).

A abordagem de temas relacionados à genética surge como um desafio para quase todos os licenciandos, evidenciando uma lacuna na sua formação quanto à preparação para lidar com esse conteúdo. Nesse sentido, a genética tende a ser percebida como uma disciplina complexa, afastando os futuros professores da discussão de temas correlatos, em razão da falta de domínio e confiança para tratá-los em sala de aula. A licencianda destaca, ainda, o problema das abordagens tradicionais, que reduzem o conteúdo da genética à chamada “genética mendeliana” e desconsideram a contextualização dos avanços, usos e aplicações atuais, como os da biotecnologia. Em alguns livros didáticos, conforme relatado pelos licenciandos, o tema é apresentado de forma “apressada” e sem “aprofundamento”, frequentemente reduzido a “curiosidades” ou exposto em capítulos pouco extensos, quando comparado a outros conteúdos da Biologia, inclusive os da própria genética. Ademais, a licencianda reflete sobre as possibilidades de debater tais temas por meio de diálogos semelhantes aos que ocorreram durante a entrevista, valorizando essa experiência. Como observado, vários licenciandos consideraram esse momento algo positivo em sua formação. Esse aspecto é especialmente relevante pois, embora as entrevistas não tenham sido planejadas com critérios formativos, a perspectiva de diálogo fundamentada na Fenomenografia e do modo como foi conduzida contribuiu para proporcionar aos participantes uma oportunidade de reflexão mais aprofundada sobre aspectos não só relacionados com o tema, mas com sua formação.

Ainda sobre as reflexões para pensar o ensino de QSC relacionadas ao campo da biotecnologia, alguns licenciandos fazem referência, em seus discursos, a temas e conceitos amplamente difundidos na mídia e que geraram grandes repercussões na esfera pública, tais como clonagem (frequentemente abordada em filmes e, no Brasil, em novelas), transgênicos, eutanásia e, mais recentemente, xenotransplante. Outro aspecto observado é a crítica recorrente ao reducionismo do ensino de genética, que se limita à preparação para um exame específico, sem demonstrar preocupação com a formação crítica dos alunos. Isso evidencia a frequente presença desses conteúdos na esfera pública e o contato da população com tais conceitos, ressaltando a importância e a necessidade de uma maior compreensão e formação para enfrentar as complexidades e os desafios envolvidos. Vejamos os enunciados das licenciandas Rita e Diana:

“[...] a gente pensa nas sementes [sobre engenharia genética, e técnicas de edição e manipulação genética], é uma coisa mais assim... palpável, que a gente já tem mais ciência disso. A gente sabe que aquilo é manipulado... até a questão agrícola com os transgênicos. Hoje em dia a gente já está mais familiarizado... Está até na... na

televisão, já é uma coisa assim [comum/frequente]... que já está mais na nossa realidade. Você fala algo sobre isso numa sala de aula, o pessoal que é da zona rural já tem entendimento. Agora... se você falar em questão de genética... de mudar os genes de um ser humano... É coisa assim: “Gente! É O Clone!”, a novela O Clone, entendeu? É bem interessante, assim, quando a gente vai para a sala de aula, a gente tem uma perspectiva diferente, que é uma coisa, assim, que deveria ser traduzido [explicado] mais... que a gente fica preso [sem acesso]. Ai forma pessoas realmente igual... presas [com restrição de conhecimentos sobre essas aplicações atuais] também” (Rita).

“[...] questões de estética, busca de perfeição, questões que podem auxiliar também um aprimoramento [...] a única coisa que eu enfatizaria mais seria de como a gente poderia aprimorar esse conteúdo para ser levado aos alunos em sala de aula, já que a gente está em um curso de licenciatura... Como que a gente poderia trazer um assunto que é de extrema importância, mas de uma forma prática? E também que os alunos pudessem entender? Porque a gente sempre conhece aquela teoria da ervilha de Mendel, algo que é bem simplista, que é muitas vezes até voltado mais para os alunos se prepararem para o vestibular e o ENEM, mas que não consolidam tanto o conhecimento deles. Então, seria basicamente um fator, assim, que eu agregaria, sabe? De você trazer ferramentas que fossem essenciais e importantes para que você pudesse transpor aquele conteúdo em sala de aula, sabe? Que fizesse com que eles se questionassem mais” (Diana).

Embora os termos da genética estejam presentes no cotidiano, especialmente nas mídias, o conteúdo científico dessa área ainda se mostra distante do entendimento popular. Expressões como “a culpa é dos meus genes” e “a genética da sua família é boa” são frequentemente utilizadas, demonstrando uma valorização exagerada – e, por vezes, equivocada – dos conceitos de “gene” e “genética”. Essa prática, sem o domínio adequado dos conteúdos, pode levar a compreensões errôneas, atribuindo um valor excessivo a esses termos e influenciando julgamentos sobre as características pessoais, como quando se afirma, por exemplo, que “minha genética não é boa” ou que determinado traço e característica fenotípica deveriam ser “corrigidos”.

Dentre os desafios que podem contribuir para que as questões sociocientíficas relativas à genética e à biotecnologia não sejam abordadas com maior frequência em sala de aula, destaca-se o fato de essa área do conhecimento ser considerada de entendimento complexo, como demonstram as falas dos licenciandos. Por exemplo, Diana assinala: “[...] genética é um assunto que assusta muito o pessoal por ser extremamente complicado, né? Até difícil [...]”. Conforme ela e outros licenciandos afirmam em suas falas, essa disciplina é comumente vista na graduação como detentora dos conteúdos mais difíceis da Biologia. Em consonância com essa percepção, os licenciandos afirmam, de forma unânime, não se sentirem preparados para abordar temas relacionados à genética ou à biotecnologia em suas práticas. Essas evidências

indicam que o domínio do conteúdo é um fator determinante nos desafios enfrentados na abordagem de QSC ligadas à biotecnologia, área que representa atualmente as principais aplicações tecnocientíficas desse campo e que gera diversas implicações discutíveis.

Autores como Schneider, Megkhioratti e Corazza (2016) destacam a importância de se abordar temas de ampla relevância social, como os tratados neste estudo, nos cursos de formação continuada de professores, com o intuito de ampliar as reflexões desses profissionais, enquanto responsáveis por formar cidadãos conscientes, críticos e éticos para a atuação na sociedade. Concordamos com essa perspectiva e a estendemos também à formação inicial docente.

Desse modo, é relevante salientar, com base nos desafios evidenciados nas falas dos licenciandos, as potencialidades da abordagem de QSC para ampliar a compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Essa abordagem pode contribuir para um entendimento mais profundo da natureza da ciência e da tecnologia, bem como dos seus efeitos e implicações no surgimento de controvérsias e dilemas éticos e morais na atualidade. Tais controvérsias emergem diante de situações de incerteza científica, como os possíveis impactos dos avanços da biotecnologia – especialmente da engenharia genética – para o futuro da humanidade, preocupação compartilhada por pensadores como Habermas (2010) e Sandel (2021a). Segundo Martínez-Pérez (2012), o uso de QSC em diversos níveis de ensino depende de uma formação política e crítica dos docentes que os prepare para lidar com essas questões controversas.

Aliado a isso, argumentamos ainda em favor da importância de que a sociedade aprenda a reconhecer as possíveis ameaças advindas do desenvolvimento e das aplicações da tecnociência, bem como os fundamentos e interesses que influenciam e determinam o processo de inovação, a partir de uma reflexão mais crítica que leve à tomada de consciência desses aspectos (Beck, 2011). Tal reflexão torna-se urgente e essencialmente relevante quando consideramos a relevância da participação da população nos debates públicos envolvendo temas atrelados à tecnociência. Para isso, somam-se esforços no sentido de fomentar uma formação em Ciências da Natureza que esteja fortemente articulada a uma perspectiva mais crítica da ciência e da natureza da ciência, de modo que seja possível viabilizar e potencializar a participação da sociedade nos debates públicos sobre ciência e tecnologia (Kolstø, 2001). Esses aspectos se aproximam da ideia, amplamente difundida na área da Educação em Ciências, de um ensino de Ciências voltado à formação para a cidadania, que enfatiza a ciência e a tecnologia como um processo e um produto social e humano, revelando os valores e os interesses

envolvidos e advertindo os limites da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente. Trata-se, portanto, de assegurar a compreensão crítica das questões políticas, econômicas, sociais e históricas relacionadas à ciência e à tecnologia por parte dos cidadãos, para que possam emitir juízos de valor mais refletidos e coerentes com os interesses sociais e ambientais coletivos, especialmente no momento de tomada de decisões frente a temas que envolvam, por exemplo, a tecnociência.

Nesse sentido, uma formação crítica de professores comprometida com a abordagem das relações entre o mundo científico e tecnológico e o mundo da vida exige que os estudantes sejam encorajados a tomar decisões de forma crítica e ética, frente aos impactos da ciência e da tecnologia. Além disso, esse encorajamento deve se estender para uma possível ação sociopolítica, entendendo que os estudantes enquanto cidadãos podem e devem participar do debate e das decisões públicas que envolvem ciência e tecnologia.

A análise das falas e percepções dos licenciandos evidencia que, embora reconheçam a relevância de discutir temas sociocientíficos vinculados à biotecnologia, persistem lacunas significativas quanto à capacidade de identificar, problematizar e aprofundar as implicações éticas, políticas e sociais envolvidas. Esse cenário indica que a formação docente, em grande parte, permanece centrada nas dimensões conceitual e procedimental do conhecimento científico, relegando a segundo plano a dimensão atitudinal e valorativa. Ao não enfrentar de maneira estruturada os dilemas morais e as controvérsias que permeiam a prática científica e tecnológica, corre-se o risco de perpetuar uma educação científica descontextualizada e limitada, incapaz de contribuir de forma efetiva para a formação de cidadãos críticos e engajados com os desafios contemporâneos.

As análises aqui realizadas reforçam que a abordagem de QSC em contextos formativos não deve restringir-se à mobilização de conteúdos conceituais e procedimentais. Ao contrário, deve também contemplar de modo intencional e sistemático a dimensão atitudinal, fomentando a sensibilidade moral, a reflexão ética e a compreensão crítica dos valores implicados nas controvérsias científico-tecnológicas. Esse movimento torna-se ainda mais relevante quando se reconhece que tais questões mobilizam diferentes perspectivas, crenças e juízos de valor, demandando dos futuros professores competências para problematizar as implicações políticas, sociais e morais dos avanços tecnocientíficos. A ausência dessa dimensão em boa parte das propostas e pesquisas na área não apenas revela uma lacuna formativa, mas também representa um risco de manutenção de uma educação científica dissociada das demandas de uma cidadania crítica, capaz de intervir nas decisões que afetam coletivamente a vida e o ambiente.

Assim, defender a integração efetiva da dimensão ética e valorativa no ensino de Ciências, especialmente na formação inicial docente, significa reconhecer que a educação científica precisa ir além da mera transmissão de informações. Trata-se de favorecer a construção de uma postura reflexiva e responsável, que permita aos licenciandos reconhecer as controversias sociocientíficas, os atores sociais envolvidos, os interesses diversos, os possíveis danos e riscos, os processos de alterização presentes nas disputas sociocientíficas, identificar e combater manifestações de racismo científico, e articular denúncias de injustiças e anúncios de possibilidades de transformação social. Nessa perspectiva, o trabalho com QSC, quando pautado pela problematização crítica e pelo diálogo com diferentes visões de mundo, pode contribuir para a formação de professores que compreendam a complexidade da ciência na contemporaneidade e sejam capazes de mobilizar esse conhecimento em favor da justiça social, da equidade e do respeito à diversidade.

A vivência e a exploração de QSC no processo formativo mostram-se, assim, um caminho profícuo para fomentar a compreensão das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, mobilizando não apenas o raciocínio científico, mas também a reflexão ética e a sensibilidade moral. Ao incentivar o confronto de perspectivas, a argumentação fundamentada e a construção coletiva de juízos de valor, essas abordagens permitem que os futuros professores desenvolvam competências essenciais para lidar com temas controversos na educação básica. Isso implica reconhecer que a ética e os valores não são dimensões acessórias, mas elementos constitutivos de uma educação científica comprometida com a justiça social, a compreensão crítica dos processos de alterização e o combate a práticas que possam reforçar desigualdades ou resgatar discursos associados ao racismo científico e à eugenia.

Portanto, as reflexões e evidências apresentadas neste estudo reafirmam que, para que a formação inicial repercuta positivamente e de forma coerente na educação científica da Educação Básica, é imprescindível que a dimensão ética e valorativa — integrada à dimensão atitudinal dos conteúdos — seja incorporada como eixo estruturante nos projetos pedagógicos das licenciaturas. Tal incorporação deve assegurar que a abordagem das QSC favoreça o desenvolvimento de competências argumentativas, de julgamento moral e de participação crítica e informada nos debates públicos, estimulando o engajamento em ações sociopolíticas. Somente assim será possível formar professores que, ao atuarem na escola, contribuam para que os estudantes compreendam a ciência e a tecnologia como empreendimentos humanos, situados historicamente e culturalmente, capazes de transformar, para melhor ou para pior, as formas de vida e as condições de existência no planeta. Ao assumir esse compromisso, a formação

inicial docente pode contribuir não apenas para o domínio de conteúdos, mas para a construção de uma prática educativa ética, crítica e transformadora, capaz de responder às complexas demandas de nosso tempo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Não há garantias de que a deliberação pública sobre questões morais complexas possa levar, em qualquer situação – ou mesmo à apreciação das concepções morais e religiosas dos demais indivíduos. É sempre possível que aprender mais sobre uma doutrina moral ou religiosa nos leve a gostar menos dela. Mas não saberemos enquanto não tentarmos.” (Michael Sandel, 2021b, p. 330)

Com o desenvolvimento desta pesquisa, particularmente com as análises realizadas, é possível fazer algumas inferências e considerações sobre as dimensões ética e moral das QSC. Recuperemos, inicialmente, nossa questão de pesquisa: Como futuros professores de Ciências e Biologia percebem e experimentam conflitos, dilemas, promessas e soluções advindas do campo científico-tecnológico em discussões envolvendo questões sociocientíficas no âmbito da engenharia genética humana? E quais as possíveis contribuições da exploração de QSC envolvendo dilemas morais do campo da biotecnologia para a formação inicial de professores de Biologia?

Inicialmente, buscando compreender o campo de estudo, realizamos uma revisão sistemática da literatura da área (nacional e internacional), com o recorte dos últimos dez anos (2015 a 2024), e evidenciamos que, apesar de a literatura da área destacar essa dimensão como uma característica essencial das QSC, ela tende a ser tangenciada, não sendo aprofundada ou abordada como foco central dessas pesquisas. Esses dados revelaram uma lacuna na área, bem como deram suporte para justificar o recorte do nosso estudo. Como vimos, os poucos estudos que abordam os aspectos éticos e morais como foco principal tendem a realizar uma análise a partir do Modelo de Quatro Componentes de Moralidade, ou a partir da identificação dos tipos de raciocínio moral (consequencialista, principialista e emoção), ou ainda de níveis de raciocínio de Kohlberg ou de análises mais gerais de conteúdo.

Desse modo, nossa pesquisa buscou contribuir com esse campo, na medida em que direcionamos nosso olhar para essa dimensão. Os dados constituídos foram submetidos a dois momentos de análise. Os diálogos das entrevistas foram analisados, inicialmente, a partir de quatro temáticas principais, fase essencial para compreensão em profundidade dos modos de perceber a manipulação e o melhoramento genéticos em seres humanos. Identificamos cinco licenciandos que representavam as principais formas de perceber a QSC. Nesse momento de análise, identificamos que nem todos os licenciandos percebiam a QSC do mesmo modo; alguns

a percebiam a partir das suas promessas e possíveis soluções – como cura, tratamento ou erradicação de doenças, sendo vista como algo benéfico para a humanidade. Por outro lado, outro grupo de licenciandos – que até então só haviam pensando nessas possibilidades da engenharia genética em seres não humanos, como plantas e animais transgênicos e/ou a clonagem da ovelha Dolly (sempre mencionada quando o assunto envolve biotecnologia) –, ao ouvirem falar acerca dessa possibilidade em seres humanos (especialmente em uma vida humana embrionária), a recebeu como algo perigoso.

Esse grupo de estudantes considerava, até então, essa possibilidade como algo restrito a filmes de ficção científica (sempre mencionados), por esse motivo a viram como algo que poderia gerar danos e riscos de diversas naturezas, como falha na técnica, o ser humano perder a sua essência, ou ainda nos tornarmos semelhantes a “transgênicos”, “bonecas” ou “peças de quebra-cabeça” fabricadas e editadas (um viés mais instrumental e mercadológico da vida humana, revelando contradições da tecnociência). Além disso, houve um grupo menor de licenciandos que ponderou os benefícios e malefícios desse avanço científico-tecnológico, impondo a necessidade de haver limites e um controle seguro da técnica e de seus usos, para evitar o seu uso para fins eugênicos – associando-o, em certa medida, a uma nova forma de eugenia, “disfarçada” de promessa de cura de doenças genéticas.

Destarte, os dados analisados a partir das quatro temáticas revelam uma complexidade significativa nas percepções dos licenciandos sobre a manipulação genética em seres humanos, especialmente na fase embrionária de seu desenvolvimento. A aceitação da manipulação genética está fortemente vinculada ao contexto, havendo uma nítida distinção entre o seu uso para fins terapêuticos e estéticos. Outrossim, aspectos como “autonomia”, “livre-arbítrio”, “qualidade de vida”, “vida digna”, “consentimento”, “essência da vida”, “ser único”, “individualidade”, entre outros, emergem como princípios centrais em diversos fragmentos discursivos analisados, especialmente em relação à manipulação genética de embriões, contexto no qual a falta de escolha gera maior resistência na aceitação da prática, bem como incide como um ponto importante de tensão e em que os aspectos conflituosos mais emergem. Alguns licenciandos perceberam implicações morais; outros, por sua vez, não perceberam ou não as consideraram como aspectos determinantes em seus julgamentos.

Esses aspectos mencionados foram melhor explorados a partir da análise dos elementos dos dois domínios da dimensão ética e valorativa (domínio moral e domínio não moral). Num primeiro momento, buscando identificar os elementos do domínio moral nos discursos dos licenciandos, identificamos que, inicialmente, nem todos apresentaram indícios de

sensibilidade moral; no entanto, com o avançar no diálogo e na exposição de citações durante os diálogos individuais, passaram a tomar consciência de algumas possíveis implicações e/ou problemas de ordem moral, social, econômica, emocional e essencial (este último fazendo referência à intensa preocupação com a alteração da essência da vida humana). Esse dado é de extrema relevância, pois indica que, em um contexto que favoreça o seu desenvolvimento, os alunos podem constituir-se de sensibilidade moral.

Outro aspecto do domínio moral que buscamos identificar foram indícios de uma possível condição de insensibilidade moral ou cegueira moral (como já apresentado, é uma condição muito mais profunda e preocupante para uma sociedade que já parece carecer de empatia e solidariedade), sendo identificados vários indícios de sensibilidade moral no início das entrevistas. No caso da cegueira moral, encontramos alguns indícios, mas com menor frequência. Já o elemento ceticismo moral não foi identificado nos recortes de dados utilizados para a pesquisa.

Ainda sobre as análises do domínio moral, a respeito das percepções éticas e morais que fundamentavam as considerações morais dos licenciandos – influenciando diretamente seu processo de julgamento moral –, os dados mostram que essas percepções são moldadas por influências culturais, religiosas e experiências pessoais e que os licenciandos recorreram a pelo menos um dos fundamentos de uma dessas três vertentes éticas (mesmo que inconscientes). Identificamos que as principais considerações morais dos licenciandos tendiam a se basear na análise das consequências (positivas ou negativas) para avaliar a ação (no caso, as situações apresentadas). Outro grupo de considerações leva em conta a defesa de princípios inegociáveis, como a não violação e não instrumentalização da vida humana (ainda que na fase embrionária) e em princípios como livre-arbítrio e direitos humanos, assumindo uma vertente ética deontológica. Enquanto isso, outras considerações morais identificadas nos discursos dos licenciandos tendiam a não focar na avaliação da ação, mas refletir sobre como um agente moral virtuoso agiria, que decisão tomaria, a partir de uma fundamentação ética das virtudes. Além disso, alguns discursos dos licenciandos apresentavam considerações morais e justificativas que, em certa medida, se aproximavam de mais de uma vertente ética.

Dessa forma, ao passo que alguns licenciandos tendem a adotar uma postura utilitarista, ao focarem nos benefícios científicos e na melhoria de vida, por exemplo, outros expressaram preocupações profundas com aspectos envolvendo a justiça social e a acessibilidade das tecnologias, ao temerem o aumento das disparidades sociais, a estigmatização e a inferiorização

de grupos étnicos e de pessoas com algumas condições de saúde e a possível emergência de práticas eugênicas.

Outro aspecto importante consiste no fato de nem todos os licenciandos perceberem o uso da técnica, bem como suas promessas, da mesma forma havendo aqueles que perceberam inicialmente apenas os benefícios da sua aplicação, especialmente na saúde – como mencionamos – como um avanço científico-tecnológico, e outros que, além dos benefícios, também perceberam alguns possíveis problemas e implicações da técnica, sejam eles relacionados à sua segurança, a possíveis riscos futuros ou mesmo como forma de reforçar estereótipos e contribuir com a discriminação racial e de portadores de algumas condições de saúde.

Ademais, constatamos a forte influência dos elementos e aspectos do domínio não moral no domínio moral, de modo que, por exemplo, os licenciandos que apresentaram discursos contendo uma perspectiva salvacionista da ciência tendiam a não apresentar indícios de sensibilidade moral e a não emitir juízos de valor a partir de considerações morais; quando acontecia, levavam em conta apenas as consequências, apresentando, geralmente, uma perspectiva ética utilitarista. Desse modo, ficou evidente que a análise das dimensões ética e moral envolve outros aspectos, nem sempre inerentes aos aspectos de ordem moral.

Outro exemplo, constatado em nosso estudo, foi que as experiências de vida (particulares) dos licenciandos determinavam a sua consideração moral. Assim, um indivíduo que teve experiências negativas no seio familiar pode, a partir dessa experiência, acionar aspectos da emoção durante a sua fala, expressando um sentimento que influencia na sua consideração moral. Também verificamos que praticamente todos os licenciandos que emitiram discursos baseados na ética das virtudes apresentaram indícios de sensibilidade moral logo no início dos diálogos. Esse dado reforça, ainda, a importância de um ensino de ética e moral voltado para o desenvolvimento do caráter e de valores virtuosos nas aulas de Ciências, sendo as QSC um recurso profícuo nesse sentido.

Vale salientar que, embora neste estudo compreendamos a manipulação genética humana com finalidade de melhoramento/aperfeiçoamento humano como uma nova forma de eugenia, e que alguns licenciandos tenham apresentado tais preocupações em seus discursos, uma parte significativa dos licenciandos não percebeu ou teve alguma dificuldade em identificar problemas e implicações morais e sociais, inclusive as práticas e finalidades eugênicas. Além disso, suas decisões morais foram influenciadas significativamente por emoções como empatia

ou simpatia pelo embrião nos cenários apresentados, a vida em potencial ainda não nascida; ou ainda a partir de emoções relacionadas a suas experiências pessoais.

Outros fatores do domínio não moral também foram percebidos, a exemplo de preocupações socioeconômicas, segurança da técnica, “fé” na ciência, determinismo tecnológico, determinismo genético, preocupações legais, preocupações sociais e eugênicas e influência da mídia. Ademais, o processo de julgamento moral também foi influenciado por experiências particulares dos licenciandos. Esses fatores constantemente apareciam nos discursos e influenciavam fortemente as percepções sobre o tema, bem como suas considerações e os julgamentos mobilizados. Outra constatação importante é que, ainda que alguns licenciandos compartilhem posicionamentos e considerações morais semelhantes, as motivações que movem seus julgamentos são diferentes. Isso reflete a diversidade de valores e aspectos morais e valorativos mobilizados. Também foram evidenciadas a ausência de relações com leis para fundamentar seus julgamentos sobre a QSC e a pouca presença de aspectos relacionados ao conteúdo influenciando suas decisões, com exceção dos discursos com viés cientificista, que influenciam uma decisão moral baseada na defesa do progresso da ciência para a humanidade, ou a visão da tecnologia como capaz de resolver todos os nossos problemas.

Essas análises das temáticas e dos aspectos dos domínios moral e não moral permitiram compreender não apenas como mobilizam suas considerações morais ao emitir juízos de valor, mas sim entender os diferentes modos de perceber e experimentar essa QSC. Dessa forma, as categorias descritivas formuladas a partir das entrevistas realizadas na primeira fase de constituição dos dados da pesquisa revelaram a variação nas percepções de professores de Ciências e Biologia em formação inicial sobre as técnicas de edição genética em seres humanos e suas possíveis aplicações – ora vistas como “soluções”, impulsionadas pelas promessas de tratamento e cura de doenças genéticas divulgadas pela mídia e por discursos ancorados em retóricas deterministas (determinismo genético e tecnológico) e em uma visão salvacionista da ciência; ora percebidas como um “avanço” científico-tecnológico atravessado por dilemas e contradições, que pode acarretar sérias consequências, seja no tocante à segurança da técnica (ainda pouco garantida em seres humanos), seja quanto às implicações sociais, econômicas e políticas – como a definição de quem terá acesso a essas técnicas – e às possíveis aberturas para práticas com fins eugênicos e discursos potencialmente estigmatizantes de determinadas características e condições genéticas.

A compreensão sobre essas concepções e esses modos qualitativamente diversos de perceber e experimentar essas “soluções” científico-tecnológicas contendo dilemas ético-

morais, atravessadas por interesses do capital e por uma racionalidade instrumental (técnica), possui grande relevância no entendimento de como os futuros professores percebem e experimentam “soluções”, “dilemas”, “contradições” na tomada de consciência desses atravessamentos da ciência e da tecnologia que geram questões sociocientíficas altamente controversas. Além disso, esse contato e essa vivência podem contribuir com a formação crítica, bem como prepará-los para lidar com a abordagem dessas questões em sala de aula. É igualmente relevante a consideração dessas concepções no trato dessas QSC. A partir da compreensão dessas percepções, buscamos explorar o processo de julgamento moral na tomada de decisões durante as interações dialógicas evidenciadas na discussão sobre as QSC, na segunda fase da pesquisa, realizada por meio de grupos focais voltados à análise de casos contendo dilemas em diferentes cenários.

A exposição a casos, durante a etapa em grupo, a partir de um debate semelhante ao que seria uma esfera pública permitiu avançar nas compreensões, ampliando o espaço de diálogo (agora, direcionado para cada caso) e o engajamento na discussão. Diversos aspectos identificados nas entrevistas voltaram a aparecer nessa etapa, no entanto de modo bem mais intenso devido às diferentes opiniões sobre o caso. Houve vários momentos de conflito e tensão ao longo das discussões, e, nesses momentos, algumas camadas “ocultas” da QSC eram desveladas, como suas controvérsias, contradições, dilemas causados pelos interesses do capital, entre outros. Além disso, à medida que avançávamos nos diálogos, os licenciandos tomavam conta de outros elementos, bem como dos seus posicionamentos, algumas vezes percebendo contradições na sua própria fala e nos seus valores mais intrínsecos, que iam se revelando junto ao desfecho dos casos. Essas constatações, inclusive formativas, são evidenciadas nas falas dos licenciandos ao comentarem sobre a experiência durante a participação na pesquisa.

Essa análise destaca a necessidade de um debate ético e social mais aprofundado sobre os avanços da biotecnologia e suas implicações, sendo necessária sua ampliação para os espaços educacionais, especialmente na formação de professores de Ciências e Biologia. Portanto, a formação de professores deve incluir discussões sobre os aspectos éticos, sociais e políticos envolvidos em questões sociocientíficas relacionadas às aplicações do campo da biotecnologia, preparando os futuros profissionais para enfrentar esses desafios com responsabilidade social e compreensão crítica das contradições e dos conflitos éticos, sociopolíticos, socioeconômicos e socioambientais, de modo a se refletir em sua prática docente.

A educação deve promover não apenas o conhecimento científico, mas também uma consciência ética e social. Para isso, reafirmamos a defesa que fazemos da importância da sensibilidade moral, de forma que essas implicações sejam percebidas. Esses resultados ainda apontam desafios para lidar com a abordagem de QSC com enfoque nos aspectos éticos e morais, considerando a diversidade de considerações e aspectos morais e valorativos que podem ser revelados durante o debate sobre essas questões, como também as diferentes camadas de contradições e controvérsias envolvidas.

Assim, defendemos que, embora a exposição a casos contendo dilemas morais no contexto da abordagem das QSC represente um desafio para professores e alunos, ela oferece uma oportunidade concreta de revelar os principais valores e aspectos éticos e morais, criando espaço para o desenvolvimento da consciência e contribuindo para a sensibilidade moral. Além disso, a participação nessas discussões proporciona aos alunos uma experiência com debates públicos que, além de aprimorar suas habilidades comunicativas, os aproxima de um senso de participação cívica em temas controversos que podem afetar diretamente suas vidas – algo que, em nossa visão, se assemelha a uma formação para a cidadania democrática e para a autonomia participativa. Outro aspecto relevante é a contribuição para o desenvolvimento de virtudes como empatia e compaixão, já que, ao vivenciarem os casos e se colocarem no lugar dos envolvidos, os licenciandos despertaram o senso crítico e a responsabilidade social, aprendendo a lidar com momentos de tensão, conflitos e opiniões divergentes, que, por vezes, desafiam seus valores mais profundos.

Diante das análises e reflexões apresentadas, retomamos nossa tese central, segundo a qual a imersão em contextos de tensão, a partir da exploração de casos contendo dilemas éticos e morais em QSC, aqui relacionadas à biotecnologia, com atenção às promessas, contradições, riscos e implicações dos artefatos científico-tecnológicos, pode favorecer uma formação cidadã crítica e socialmente responsável. Tal perspectiva, ancorada no desenvolvimento da sensibilidade moral e de valores virtuosos como empatia, solidariedade, compaixão, equidade e respeito, mostrou-se consistente com os achados desta pesquisa, que indicam avanços significativos na capacidade dos licenciandos de reconhecer conflitos, articular argumentos e adotar posturas mais conscientes diante das controvérsias tecnocientíficas.

Respondendo à primeira questão geral de pesquisa, constatamos que os futuros professores de Ciências e Biologia percebem a engenharia genética humana de forma plural e complexa, variando entre visões entusiastas, cautelosas e críticas, frequentemente permeadas por influências culturais, religiosas e experiências pessoais. Esse mosaico de percepções revela

não apenas diferentes níveis de compreensão sobre as dimensões éticas e morais, mas também a presença de julgamentos moldados por processos de alterização, pela identificação (ou não) de riscos e pela capacidade de situar a tecnociência em seu contexto social, político e econômico. Já em relação à segunda questão geral de pesquisa, verificamos que a abordagem de QSC envolvendo dilemas morais contribuiu para ampliar a sensibilidade moral e fortalecer a argumentação crítica dos licenciandos, ao mesmo tempo em que desvelou camadas ocultas dessas questões, incluindo os atores sociais e interesses envolvidos, os possíveis danos e riscos, e as implicações que ultrapassam as promessas de cura ou progresso, alcançando dilemas mais profundos e estruturais.

Esses resultados evidenciam que a integração intencional da dimensão ética e valorativa na formação inicial docente é um elemento estruturante para preparar futuros professores capazes de articular as relações complexas entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente de forma crítica e contextualizada. Ademais, deve ser articulada, de modo sistemático, à dimensão atitudinal dos conteúdos, ampliando as possibilidades formativas e evitando a restrição a abordagens centradas apenas nas dimensões conceitual e procedimental. Ao vivenciar debates e exploração de caso que problematizam as controvérsias tecnocientíficas, os licenciandos não apenas ampliam seu repertório conceitual, mas desenvolvem competências argumentativas, de julgamento moral e de participação em debates públicos, aprendendo a mobilizar valores éticos e a identificar práticas e discursos que possam reforçar desigualdades, racismo científico ou novas formas de eugenia. Essa articulação potencializa a capacidade de preparar futuros professores para o engajamento social e político, incentivando ações sociopolíticas voltadas à transformação social e ao enfrentamento das injustiças. Nessa perspectiva, a formação docente deixa de ser apenas transmissora de conteúdos e passa a ser promotora de posicionamentos responsáveis e socialmente engajados.

Portanto, defendemos que a incorporação de QSC com dilemas éticos e morais à formação inicial não se limita a enriquecer o currículo, mas consolida-se como estratégia formativa indispensável para o exercício de uma docência comprometida com a justiça social, a equidade e a sustentabilidade da vida, articulando a dimensão ética e moral das QSC à dimensão atitudinal dos conteúdos, ampliando as possibilidades formativas e evitando que o trabalho se concentre unicamente nas dimensões conceitual e procedimental, visando a uma compreensão crítica e equilibrada da ciência e da tecnologia. Ao favorecer o confronto de perspectivas, o desvelamento das contradições e a análise dos interesses que moldam a tecnociência, bem como a identificação dos atores sociais envolvidos, dos possíveis danos,

riscos e implicações dos artefatos e produtos da tecnociência para além das promessas, essas experiências potencializam o papel da escola como espaço de formação crítica e de fortalecimento da cidadania democrática, oportunizando e preparando para o engajamento social e político por meio de ações sociopolíticas voltadas à transformação social. Assim, torna-se possível formar professores que compreendam a ciência e a tecnologia como empreendimentos humanos, situados historicamente e culturalmente, e capazes de transformar – para melhor ou para pior – as condições de vida no planeta, assumindo, na educação científica, uma perspectiva crítica e equilibrada da ciência e da tecnologia, bem como a responsabilidade ética e política que o nosso tempo demanda.

REFERÊNCIAS

“[...] o conhecimento e a tecnologia avançam rapidamente, e por isso é tão necessário um debate ético a respeito.” (Zatz, 2011, p. 121)

ADORNO, T. **Indústria Cultural**. São Paulo: Editora UNESP, 2020. 286 p.

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

AIKENHEAD, G. S. Research into STS Science Education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.

ALMEIDA, M. T.; GUIMARÃES, M. A. Raciocínio moral em questões sociocientíficas: argumentação de licenciandos de ciências sobre a eutanásia. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 15, n. 34, p. 80-95, 2019.

ALVARENGA, E. Q. de.; BATISTA, M. C. L.; NIITSUMA, E. N. A.; OLIVEIRA, R. de F. A revisão integrativa nos estudos das políticas públicas educacionais: potencialidades e aplicabilidade do método. **Revista Brasileira De Educação**, v. 29, e290111, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782024290111>

ANDRADE, M. A. S.; CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; ALMEIDA, R. O. Agrotóxicos como questão sociocientífica na Educação CTSA. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 33, p. 171-191, 2016.

APPLE, Michael W. **Ideologia e Currículo**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

ARISTÓTELES. **Ética a Nicômaco**. São Paulo: Martin Claret, 2011.

AUGUSTI, R. B. Teoria Crítica de currículo em Giroux como enfrentamento do espaço de reprodução na formação continuada de professores. **Rev. Inter. Educ. Sup. Campinas**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 255-269, 2017.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Rev. Ensaio - pesquisa em educação e ciências** (Belo Horizonte) v. 3, n. 3, p. 122-134, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030203>

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de Ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, 2006.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BARNES, B. The credibility of scientific expertise in a culture of suspicion. **Interdisciplinary Science Reviews**, v. 30, n. 1, p. 11-18, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1179/030801805X25882>.

BARRETT, S. E.; NIESWANDT, M. Teaching about ethics through socioscientific issues in physics and chemistry: teacher candidates' beliefs. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 4, p. 1-22, 2010.

BAUMAN, Z.; DONSKIS, L. **Cegueira moral**: a perda da sensibilidade na modernidade líquida. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2021.

BAZZUL, J. **Ethics and Science Education**: How Subjectivity Matters. New York: Springer International Publishing, 2016. [Springer Briefs in Education, VIII].

BEAUCHAMP, T. L.; CHILDRESS, J. F. **Princípios de Ética Biomédica**. 3. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a outra modernidade. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011. 384p.

BECKERT, C. **Ética**. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2012.

BEBEAU, M. J. et al. **Moral reasoning in scientific research**: cases for teaching and assessment. Indiana University, 1995.

BENCZE, L. *et al.* Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais & ambientais relacionados à ciência & à tecnologia. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas**: Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 515-562.

BENTHAM, J. **An introduction to the principles of Morals and Legislation**. Ontario: Batoche Books Kitchener, 2000.

BENTO, L. A. **Bioética**: desafios éticos no debate contemporâneo. São Paulo: Paulinas, 2008.

BIAGGIO, Angela. **Lawrence Kohlberg**: ética e educação moral. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2006.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto, 2003.

BOLSANELLO, M. A. Darwinismo social, eugenia e racismo “científico”: sua repercussão na sociedade e na educação brasileira. **Educar em Revista**, n. 12, p. 153-165, jan. 1996. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.166>.

BONJOUR, L.; BAKER, A. **Filosofia**: textos fundamentais comentados. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W. L. P. Temas sociocientíficos: Análise dos processos argumentativos no contexto escolar. In: CARVALHO, L. M. O.; CARVALHO, W. L. P.

Formação de Professores e Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências. São Paulo: Ed. Escrituras, 2012. 399 p.

BRAGA, S. S.; MARTINS, L.; CONRADO, D. M. A argumentação a partir de questões sociocientíficas na formação de professores de Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** MEC/SENTEC, Brasília, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2024.

BRASIL. Lei n.º 11.105, de 24 de março de 2005. Dispõe sobre a política nacional de biossegurança, cria o Conselho Nacional de Biossegurança - CNBS e a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 24 mar. 2005. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm. Acesso em: 2 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Brasília, DF, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 30 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 mar. 2024.

BRASIL. Conselho Federal de Medicina. Resolução CFM nº 2.294, de 27 de maio de 2021. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 60, 15 jun. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cfm-n-2.294-de-27-de-maio-de-2021-325671317>. Acesso em: 2 nov. 2023.

BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. Ética no ensino de ciências: o posicionamento de professores de ciências sobre eticidade durante a abordagem do tema transgênicos e suas implicações socioambientais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, p. 189-211, 2014.

BULLARD, R. D. Anatomy of environmental racism and the environmental justice movement. In: BULLARD, R. D. **Confronting environmental racism**: voices from the grassroots. Boston: South End Press, 1993. p. 15-39. Disponível em: https://cpb-us-e2.wpmucdn.com/sites.uci.edu/dist/c/3308/files/2020/03/Bullard_Anatomy-of-Env-Racism-and-the-EJ-Mov.pdf. Acesso em: 10 jan. 2025.

BULLARD, R. D. Enfrentando o racismo ambiental no século XXI. In: ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. (Orgs.). **Justiça Ambiental e Cidadania.** Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J. E.; VILCHES, A. A

Necessária Renovação do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

CARNIO, M. P.; LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. A abordagem de questões sociocientíficas na formação de professores de biologia. *In: Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.* Campinas-SP, 2011.

CARNIO, M. P.; CARVALHO, W. L. P. de. O tratamento de questões sociocientíficas na formação de professores de ciências: possibilidades e desafios nas vozes dos licenciandos. **Unipluri/versidad**, v. 14, n. 2, 2014.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa.** Tradução de Cláudia Sant'Anna Martins. São Paulo: Gaia, 2010.

CARVALHO, A. M. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. *In: SANTOS, F.; GRECA, I. A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias.* Ijuí RS: Unijuí, 2006. p. 13-48.

CARVALHO, Graça S. et al. Comparing health education approaches in textbooks of sixteen countries. **Science Education International**, v. 19, n. 2, p. 133-146, 2008.

CARVALHO, W. L. P. de. **Cultura científica e cultura humanística:** espaços, necessidades e expressões. 2005. 147 p. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2005.

CARVALHO, W. L. P. de; ORQUIZA-DE-CARVALHO, L. M. Educação para o Entendimento da População sobre Ciência e a Responsabilidade Científica: Reflexões em Meio a uma Pandemia. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 26, p. e20017, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320200000>.

CARVALHO, W. L. P.; LOPES-JÚNIOR, J. Processos formativos e questões sociocientíficas: da visada tradicional até a expressão das competências e habilidades nas matrizes de referência. *In: ORQUIZA-DE-CARVALHO, L. M.; CARVALHO, W. L. P.; LOPES-JÚNIOR, J. Formação de Professores, questões sociocientíficas e avaliação em larga escala.* São Paulo: Ed. Escrituras, 2016. 335 p.

CARVER, R.; CASTÉRA, J.; GERICKE, N.; EVANGELISTA, N. A. M.; EL-HANI, C. N. Exploring Relationships Among Belief in Genetic Determinism, Genetics Knowledge, and Social Factors. **Science & Education**, v. 26, p. 1223-1259, 2017. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0169808>. Acesso em: 10 jun. 2025.

CASTELFRANCHI, J. *Homo scientiae oeconomicus:* Anatomia e fisiologia da ciência contemporânea. *In: CASTELFRANCHI, J. As serpentes e o bastão:* Tecnociência, neoliberalismo e inexorabilidade. 373 f. Tese (Doutorado em Sociologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

CEBESÖY, Ü. B. Investigating Turkish Pre-service Science Teachers' Moral Reasoning in Genetics related Socioscientific Issues. **Journal of Science Learning**, v. 4, n. 1, p. 20-30, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i1.28155>.

CEBESÖY, Ü. B. Pre-Service Science Teachers' Informal Reasoning Patterns and Risk Perceptions in SSI: Case of Gene Therapy. **European Journal of Science and Mathematics Education**, v. 9, n. 4, p. 211-229, 2021a. Disponível em: <https://www.scimath.net/article/pre-service-science-teachers-informal-reasoning-patterns-and-risk-perceptions-in-ssi-case-of-gene-11237>. Acesso em: 10 jan. 2025.

CEBESÖY, Ü. B. Decision-making of pre-service science teachers in a gene therapy scenario: Informal reasoning patterns and risk perceptions. **European Journal of Science and Mathematics Education**, v. 9, n. 4, p. 1-21, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.30935/scimath/11237>.

CHAPANI, D. T.; SOARES, M. N. Teoria crítica e formação docente: algumas contribuições fundamentadas nos pensamentos de Benjamin e Habermas. In: Lizete Maria Orquiza de Carvalho; Washington Luiz Pacheco de Carvalho; Jair Lopes Junior. (Org.). **Formação de professores, questões sociocientíficas e avaliação em larga escala**. 1ed. São Paulo: Escrituras, 2016, v. 1, p. 125-148.

CHASSOT, A. **A Ciência através dos tempos**. 8. ed. São Paulo: Moderna, 1994. [Coleção Polêmica].

CHIZZOTTI, A.; PONCE, B. J. O currículo e os sistemas de ensino no Brasil. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 3, p. 25-36, set./dez. 2012.

CLARKEBURN, H. A test for ethical sensitivity in science. **Journal of Moral Education**, v. 31, n. 4, p. 439-453, 2002.

COBERN, W. W.; LOVING, C. C. Defining “science” in a multicultural word: Implications for science education. **Science Education**, v. 85, n. 1, p. 50-67, 2001.

COELHO, M. M. Doping genético, o atleta superior e bioética. **Revista Bioéticos**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 171-180, 2012.

COLLINS, F. S. **A linguagem da vida: o DNA e a revolução na saúde**. Tradução de Leonardo Abramowicz. São Paulo: Editora Gente, 2010.

CONRADO, D. M. *et al.* Evolução e ética na tomada de decisão em questões sociocientíficas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC)**, v. Especial, p. 803-807, 2013.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. 237p. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2017.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018a. 570 p.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, D. M.;

NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018b. 570 p.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2012.

COSTA, C. F. Razões para o utilitarismo: uma avaliação comparativa de pontos de vista éticos. **Ethic@**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 155-174, dez. 2002.

ČRNE-HLADNIK, H.; HLADNIK, A.; JAVORNIK, B.; KOŠMELJ, K.; PEKLAJ, C. Is judgement of biotechnological ethical aspects related to high school students' knowledge? **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 8, p. 1277-1296, 2012.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

FADIGAS, M. D. **Características de uma sequência didática sobre racismo científico para a promoção de uma compreensão crítica das relações CTS**. 2015. 187 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2015.

FAIRCLOUGH, N. **Discurso e mudança social**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001a.

FAIRCLOUGH, N. **Language and power**. 2. ed. London: Routledge, 2001b.

FAIRCLOUGH, N. **Teoria social do discurso**. Tradução de Izabel Magalhães. 2. ed. São Paulo: Editora Parábola, 2003.

FANON, Frantz. **Os condenados da terra**. Tradução de Ligia Fonseca Ferreira e Regina Salgado Campos. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2022. 376 p.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. de A.; QUEIROZ, S. L. Argumentação no ensino de química a partir do debate de questões sociocientíficas. In: **VII ENPEC**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, v. 12, p. 1-12, 2016.

FLEMING, R. Adolescent Reasoning in Socio-Scientific Issues, Part I: Social Cognition. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 23, n. 8, p. 677-687, 1986.

FLICK, U. **Designing Qualitative Research**. California: SAGE Publications, 2007.

FOWLER, S. R.; ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D. Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 2, p. 279-296, 2009.

FRANKENA, W. K. **Ética**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981. 143 p.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1984.

FREIRE, P. **A educação na cidade**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. 54. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 84. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 32. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2020.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 51. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2021.

FURTADO, R. N. Edição genética: riscos e benefícios da modificação do DNA humano. **Revista Bioética**, v. 27, n. 2, abr./jun. 2019.

GALLIAN, D. M. C. Por detrás do último ato da ciência-espetáculo: as células-tronco embrionárias. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 55, p. 253-260, 2005.

GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.

GARRECHT, C.; CZINCZEL, B.; KRETSCHMANN, M.; REISS, M. J. ‘Should we be doing it, should we not be doing it, who could be harmed?’ Addressing ethical issues in science education. **Science & Education**, v. 32, n. 6, p. 1761-1793, 2023. DOI: 10.1007/s11191-022-00342-2.

GASKELL, G. Entrevistas individuais e grupais. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 13. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

GATTI, B. A. **Grupo focal na pesquisa em Ciências Sociais e Humanas**. Brasília: Líber Livro, 2005.

GENOVESE, C. L. C. R.; GENOVESE, L. G. R.; CARVALHO, W. L. P. Questões sociocientíficas: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de ciências a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 15, n. 34, p. 05-17, jul./dez. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GILLIGAN, C. **Uma voz diferente**. Rio de Janeiro: Editora Rosa dos tempos, 1982. 190 p.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

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

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DyqhTY3fY5wKhzFw6jD6HFJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 out. 2023.

GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.

GEDDIS, A. N. Improving the quality of science classroom discourse on controversial issues. **Science Education**, New York, v. 75, n. 2, p. 169-183, 1991.

GIROUX, H. Os professores como intelectuais transformadores. In: GIROUX, H. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 1997. p. 157-164.

GIROUX, H. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GIROUX, H. Qual o papel da pedagogia crítica nos estudos de língua e de cultura?: Entrevista com Henry A. Giroux. [Entrevista concedida a Manuela Guilherme]. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 73, p. 131-143, dez. 2005.

GISEWHITE, Rachel A. A whale of a time: engaging in a war of values for youth activism in science education. **Cultural Studies of Science Education**, v. 18, n. 4, p. 1285-1309, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11422-022-10140-5>.

GRACE, M. M.; RATCLIFFE, M. The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 11, p. 1157-1169, 2002.

CROSS, R. T.; PRICE, R. F. Science teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 33, n. 3, p. 319-333, 1996.

GUIMARÃES, M. A. **Raciocínio informal e a discussão de questões sociocientíficas: o exemplo das células-tronco humanas**. 2011. 218 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições do ensino de ciências para o desenvolvimento moral. **Educação Unisinos**, v. 13, n. 2, p. 162-168, 2009.

GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P.; OLIVEIRA, M. S. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. **Ciência e Educação**, v. 16, n. 2, p. 465-477, 2010.

HABERMAS, J. **Mudança estrutural da esfera pública**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1984.

HABERMAS, J. **O futuro da natureza humana: a caminho de uma eugenia liberal?** 2. ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2010.

HABERMAS, J. **Técnica e ciência como ideologia**. São Paulo: Editora Unesp, 2014.

HAIDT, J. **A mente moralista**: por que as boas pessoas são divididas pela política e pela religião. Traduzido por Wendy Campos. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.

HAN, B.-C. **Sociedade da transparência**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

HARVEY, D. **As 17 contradições e o fim do capitalismo**. Tradução de Jorge Pinto. 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2016.

HODSON, D. Going beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical Action. **Science Education Review**, v. 3, n. 1, p. 2-7, 2004.

HODSON, D. **Looking to the future**: building a curriculum for social activism. Rotterdam: Sense Publishers, 2011.

HODSON, D. Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 13, n. 4, p. 313-331, 2013.

HODSON, D. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas [online]. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 27-57. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788523220174.0003>.

HOSSNE, W. S. A ética e as revoluções científicas. In: **Cadernos de ética em pesquisa**. Publicação da CONEP - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, v. 6, n. 16, nov. 2005. Disponível em: https://conselho.saude.gov.br/Web_comissoes/conep/aquivos/materialeducativo/cadernos/caderno16.pdf. Acesso em: 5 fev. 2024.

IDALINO, R. K. T; GUIMARÃES, M. A. A argumentação na formação inicial de professores de ciências acerca da questão sociocientífica xenotransplante. **ACTIO**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1-22, jan./abr. 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/viewFile/14395/9442>. Acesso em: 10 jan. 2025.

JABLONKA, E.; RAZ, G. Transgenerational epigenetic inheritance: prevalence, mechanisms, and implications for the study of heredity and evolution. **The Quarterly review of biology**, v. 84, n. 2, p. 131-176, 2009.

JAPIASSU, H. **Ciências**: questões impertinentes. Aparecida, SP: Editora Ideias & Letras, 2011. 254 p.

JAPIASSU, H.; MARCONDES, D. **Dicionário Básico de Filosofia**. 1 ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

JESUS, Yasmin Lima de; FRAGUAS, Talita.; MAIA, Dayane Rejane Andrade.; ORQUIZA-DE-CARVALHO, Lizete Maria; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de; ALVES, João Amadeus Pereira; SUTIL, Noemi. Compreensão de controvérsias sociocientíficas e formação

para ação sociopolítica em produções científicas do ENPEC. **Anais...** XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/93270>. Acesso em: 11 jun. 2024.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in science education: an overview. In: ERDURAN, S.; JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.). **Argumentation in science education**. 1. ed. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007. p. 3-27.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; RODRÍGUES, A. B.; DUSCHL, R. A. “Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in High School Genetics. **Science Education**, v. 84, p. 757-792, 2000.

JOAQUIM, L. M.; EL-HANI, C. N. A Genética em Transformação: Crise e Revisão do Conceito de Gene. **Scientiae Studia** (USP), v. 8, p. 93-128, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662010000100005>.

KANT, I. **Fundamentação da metafísica dos costumes**. Lisboa: Edições 70, 2005.

KANT, I. **Fundamentación para una metafísica de las costumbres**. Madrid: Alianza Editorial, 2012.

KITCHENHAM, B. *et al.* Systematic literature reviews in software engineering – a systematic literature review. **Information and software technology**, v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>.

KOHLBERG, L. **Psicologia del desarrollo moral**. Bilbao (Espanha): Editorial Desclée de Brauwier S.A., 1992.

KOLSTØ, S. D. Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. **Science Education**, New York, v. 85, n. 3, p. 291-310, 2001.

KORTLAND, K. An STS case study about students’ decision making on the waste issue. **Science Education**, New York, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, jan. 2000.

KRENAK, A. **A vida não é útil**. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A. Uma análise da produção acadêmica sobre controvérsias sociocientíficas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12, 2019, Natal-RN. **Anais...** Natal-RN, 2019, p. 1-7.

KUHN, D. **The skills of argument**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1991. 324 p.

- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 13. ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.
- LA TAILLE, Y. **Moral e ética**: dimensões intelectuais e afetivas. Porto Alegre: Artmed, 2006. 192 p.
- LACEY, H. **Valores e atividade científica 2**. 1 ed. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia: Editora 34, 2010.
- LANDER, E. S. et al. Initial Sequencing and Analysis of the Human Genome. **Nature**, v. 409, n. 6822, p. 860-921, 2001. (International Human Genome Sequencing Consortium).
- LEE, H. Pedagogical and Epistemological Challenges of Pre-Service Science Teachers Teaching Socioscientific Issues: Based on the SSI-PCK Framework. **Asia-Pacific Science Education**, v. 8, n. 2, p. 301-330, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10050>.
- LEE, H.; CHANG, H.; CHOI, K.; KIM, S. W.; ZEIDLER, D. L. Developing character and values for global citizens: analysis of pre-service science teachers' moral reasoning on socioscientific issues. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 6, p. 925-953, 2012a.
- LEE, H.; YOO, J.; CHOI, K.; KIM, S. W.; KRAJCIK, J.; HERMAN, B. C.; ZEIDLER, D. L. Socioscientific issues as a vehicle for promoting character and values for global citizens. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 12, p. 2079- 2113, 2012b.
- LEE, H.; YOO, J.; CHOI, K.; KIM, S. W.; KRAJCIK, J.; HERMAN, B. C.; ZEIDLER, D. L. Socioscientific issues as a vehicle for promoting character and values for global citizens. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 12, p. 2079-2113, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.749546>.
- LEIJ, T. V. D.; AVRAMIDOU, L.; WALS, A.; GOEDHART, M. Biology Students' Morality When Engaged with Moral Dilemmas in the Human-Nature Context. **Frontiers in Education**, v. 6, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2021.729685>.
- LEITÃO, S. Processos de construção do conhecimento: a argumentação em foco. **Proposições**, v. 18, n. 3, p. 75-92, 2007.
- LEITE, M. Retórica determinista no genoma humano. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 421-452, 2006.
- LEITE, M. **Promessas do genoma**. São Paulo: Editora UNESP, 2007.
- LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciencia**: lenguaje, aprendizaje y valores. Buenos Aires: Editorial Paidós, 1977.
- LEVINSON, R. Towards a theoretical framework for teaching controversial Socio-scientific Issues. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 10, p. 1201-1224, 2006.
- LEWONTIN, R. C. **Biology as ideology**: the doctrine of DNA. Nova York: Harper Perennial. 1993. 128 p.

LIMA, G. Z. de; LINHARES, R. E. C. Escrever bons problemas. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 2, n. 32, p. 197-201, 2008.

LINDAHL, M. G. Ethics or Morals: Understanding Students' Values Related to Genetic Tests on Humans. **Science & Education**, v. 18, n. 10, p. 1285-1311, 2009. DOI: 10.1007/s11191-008-9148-4.

LINHARES, A. M. R.; REIS, P. Formação de professores e ação sociopolítica: um estudo sobre iniciativas de ativismo ambiental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 86-104, maio/ago. 2018. DOI: 10.3895/rbect.v11n2.5243.

MAAR, W. L. Adorno, semiformação e educação. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 83, n. 24, p. 459-476, ago. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302003000200008>.

MACHADO, D. S.; RAZERA, J. C. C. Um perfil da interface entre sensibilidade moral e compreensão de natureza da ciência durante a resolução de questões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 1, p. 226-243, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p226>.

MAMUTSE, K. Towards the integration of ethic-socio-scientific issues in science teaching in South Africa: a conceptual analysis. **Interchange: A Quarterly Review of Education**, v. 55, n. 4, p. 475-491, 2024. DOI: 10.1007/s10780-024-09531-0.

MARTINS, Liziane; SANTOS, Gírlene. S.; EL-HANI, Charbel. N. Abordagens de saúde em um livro didático de biologia largamente utilizado no ensino médio brasileiro. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, p. 249-283, 2012.

MARTINS, Liziane et al. Doença de Chagas a partir de questões sociocientíficas na educação em saúde. In.: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Orgs.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA. 2018. p. 213-229.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas à prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, p. 728-742, 2012.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia, e formação de professores**. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 38, n. 3, p.727-741, 2012.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores** [on line]. São Paulo: Editora Unesp, 2012. 360 p.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. Cuestiones sociocientíficas en la Formación de Cuestiones sociocientíficas en la Formación de profesores de Ciencias: aportes y desafíos. **Tecné**,

Episteme y Didaxis, v. 36, p. 77-94, 2014.

MARTON, F. Phenomenography – describing conceptions of the world around us. **Instructional Science**, v. 10, n. 2, p. 177-200, 1981. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00132516>.

MARTON, F. The structure of awareness. In: BOWDEN, J. A.; WALSH, E. (Orgs.). **Phenomenography**. Melbourne: RMIT University Press, 2000. p. 102-116.

MEGID-NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200001>.

MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 621-643, 2013.

MENDONÇA, P. C.; VARGAS, I. B. Práticas epistêmicas e abordagem QSC com o foco no ensino explícito de ética e moral. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 2, p. 294, ago. 2022. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n2p294>.

MEYER, L. M. N.; BOMFIM, G. C.; EL-HANI, C. N. How to Understand the Gene in the 21st Century. **Science & Education** (Dordrecht), v. 22, p. 345-374, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-011-9390-z>. Acesso em: 10 jan. 2025.

MILL, J. S. **Utilitarianism**. Ontario: Batoche Books Kitchener, 2001.

MORGAN, D. L. Focus Groups. **Annual Review of Sociology**, v. 22, p. 130-152, 1996.

MUNANGA, K. Uma abordagem conceitual das noções de raça, racismo, identidade e etnia. **Cadernos Penesb**, v. 5, p. 16-34, 2004. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001413002>. Acesso em: 13 jun. 2023.

NASCIMENTO, L. M. M. **Exame crítico da racialização da doença falciforme na formação de professoras/es de biologia**: promoção da educação das relações étnico-raciais, da educação em saúde e de uma visão equilibrada da ciência. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2020.

NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, 2008.

NICOLA, L. R. M.; DUARTE, M. R.; SILVA, E. P. O destino está nos genes! Os genes estão no corpo! Alunos de Ciências Biológicas e o determinismo genético. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 2, p. 177-201, 2021.

NIELSEN, J. A. Co-Opting Science: A Preliminary Study of How Students Invoke Science in Value-Laden Discussions. **International Journal of Science Education**, v. 34, n. 2, p. 275-299, 2012.

NISBET, M. C.; BROSARD, D.; KROEPSCH, A. Framing science: the stem cell controversy in age of press/politics. **The International Journal of Press/Politics**, v. 8, n. 2, p. 36-70, 2003.

NUNES-NETO, N.; CONRADO, D. M. Ensinando ética. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 37, e24578, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-469824578>.

OLIVEIRA, A. M. de; ORQUIZA-DE-CARVALHO, L. M. As Questões Sociocientíficas no Pequeno Grupo de Pesquisa: Diálogo com a formação continuada de professores. **Indagatio Didactica**, v. 12, p. 309-326, 2020.

PAIVA, A. S. *et al.* Design principles for a didactic sequence on cell biology contextualized by social and ethical issues. **Conexão Ciência** (On line), v. 12, p. 76-82, 2017.

PANSERA, F. C.; CARVALHO, L. M. O. As Questões Sociocientíficas: um panorama da produção de teses e dissertações da área de Ensino de Ciências e Educação. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 2017, Florianópolis-SC. **Anais...** Florianópolis-SC, 2017, p. 1-9.

PEDRETTI, E. Septic tank crisis: a case study of science, technology and society education in an elementary school. **International Journal of Science Education**, London, v. 19, n. 10, p. 1211-1230, 1997.

PEDRETTI, E. Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. **School Science and Mathematics**, Menasha, v. 99, n. 4, p. 174-181, 1999.

PEDRETTI, E. Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education: preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: ZEIDLER, D. (Ed.). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 219-239.

PEDRETTI, e. et al. Promoting issues based STSE: perspectives in science teacher education: problems of identity. **Science & Education**, Dordrecht, v. 17, n. 8/9, p. 941-960, 2008.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011. Doi:10.1002/sce.20435.

PENCHASZADEH, V. B. Problemas éticos do determinismo genético. **Rev. bioét.**, v. 12, n. 1, 2004. Disponível em: https://revistabioetica.cfm.org.br/revista_bioetica/article/view/121. Acesso em: 6 out. 2023.

PEREIRA, L. V. **Sequenciaram o genoma humano... E agora?** 2. ed. São Paulo: Moderna, 2005. [Coleção Polêmica].

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. **Tratado da argumentação: A nova retórica**. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2014.

PIAGET, J. **O juízo moral na criança**. São Paulo: Summus, 1994.

PINDERHUGHES, R. The impact of race on environmental quality: an empirical and theoretical discussion. **Sociological Perspectives**, São Francisco, v. 39, n. 2, p. 231-248, 1996.

POJMAN, L. P.; FIESER, J. **Ethics: Discovering right and wrong**. 7. ed. Boston: Wadsworth, Cengage Learning, 2012.

PROCHAZKA, L. de S.; FRANZOLIN, F. A genética humana nos livros didáticos brasileiros e o determinismo genético. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 24, n. 1, p. 111-124, jan. 2018.

PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; MIQUELIN, A. F. Ativismo sociocientífico e questões sociocientíficas no ensino de ciências: e a dimensão tecnológica? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, e. 21062, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320210062>.

RACHELS, J.; RACHELS, S. **Os elementos da filosofia moral**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. 208 p.

RACHELS, J.; RACHELS, S. **A coisa certa a fazer: leituras básicas sobre filosofia moral**. 6. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014. 369 p.

RAZERA, J. C. C. **Ética em assuntos controvertidos no Ensino de Ciências: perspectivas ao desenvolvimento moral nas atitudes que configuram as controvérsias entre evolucionismo e criacionismo**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000, 208p.

RAZERA, J. C. C.; NARDI, R. Assuntos controvertidos no ensino de ciências: a ética na prática docente. **Pro-Posições**. Campinas: FE/Unicamp, v. 12, n. 1, mar. 2001, p. 94 –109.

RAZERA, J. C. C.; NARDI, R. Ética en la enseñanza en ciencias: el desarrollo moral en las discusiones. **Revista de Educación em Biología**. Córdoba: Universidad de Córdoba, v. 6, n. 2, nov. 2003, p. 11 – 18

RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. **Science Education**, New York, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.

RATCLIFFE, M. Pupil decision-making about socioscientific issues, within the science curriculum. **International Journal of Science Education**, London, v. 19, n. 2, p. 167-182, 1997.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Philadelphia: Open University Press, 2003. 178 p.

RAZERA, J. C. C. Ética no ensino de ciências: Responsabilidades e compromissos com evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 53-66, 2006.

RAZERA, J. C. C. O ensino de ciências sob uma perspectiva da formação moral. **Ciência & Ensino**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 1-6, jun. 2007.

RAZERA, J. C. C.; NARDI, R. **O desenvolvimento moral em aulas de ciências**: uma abordagem sobre potencialidades e necessidades. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2013. 202 p.

REIS, P. O ensino da ética nas aulas de ciências através do estudo de casos. **Interacções**, Santarém, Portugal, n. 5, p. 36-45, 2007.

REIS, P. Ciência e Controvérsia. **REU**, v. 35, n. 2, p. 9-15, 2009.

REIS, P. Da discussão à ação sócio-política sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, p. 1-10, 2013.

REIS, R. How Brazilian and North American newspaper frame the stem cell research debate. **Science Communication**, v. 29, n. 3, p. 316-334, 2008.

REIS, P.; GALVÃO, C. Socio-scientific controversies and students' conceptions about scientists. **International Journal of Science Education**, London, v. 26, n. 13, p. 1621-1633, 2004.

REIS, P.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

REIS, V. M. S.; VIDEIRA, A. A. P. John Ziman e a ciência pós-acadêmica: consensibilidade, consensualidade e confiabilidade. **Sientiae Studia**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 583-611, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662013000300007>.

REST, J. R.; BEBEAU, M. J.; VOLKER, J. An overview of the psychology of morality. In: REST, J. R. (Ed.) **Moral development**: Advances in research and theory. Boston: Prager Publishers, 1986.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2035-2042, 2007.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2010.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014.

SÁ, M. F. F.; NAVES, B. T. O. **Bioética e Biodireito**. 5. ed. Indaiatuba, SP: Editora Foco, 2021. 384 p.

SACRINI, M. **Introdução à análise argumentativa**: teoria e prática. São Paulo: Paulus, 2016. [Coleção Lógica].

SADLER, T. D. The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, New York, v. 88, n. 1, p. 4-27, 2003.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of

research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, p. 5, p. 513-536. 2004a.

SADLER, T. D. Moral and ethical dimensions of socioscientific decision-making as integral components of science literacy. **Science Educator**, v. 13, p. 39-48, 2004a.

SADLER, T. D. Moral Sensitivity and its contribution to the resolution of socioscientific issues. **Journal of Moral Education**, v. 33, n. 3, p. 339-358, 2004b.

SADLER, T. D. Situated learning in Science education: socio-scientific issues as contexts for practice. **Studies in Science Education**, v. 45, n. 1, p. 1-42, 2009.

SADLER, T. D.; CHAMBERS, F. W.; ZEIDLER, D. L. Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. **International Journal of Science Education**, v. 26, p. 387-409, 2004.

SADLER, T. D.; AMIRSHOKOOHI, A.; KAZEMPOUR, M.; ALLSPAW, K. M. Socioscience and ethics in science classrooms: teacher perspectives and strategies. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n. 4, p. 353-376, 2006.

SADLER, T. D.; DONNELLY, L. A. Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 12, p. 1463-1488, 2006.

SADLER, T. D.; FOWLER, S. R. A Threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. **Science Education**, v. 90, p. 986-1004, 2006.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 4-27, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.10101>.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision-making. **Journal of Research in Science Education**, v. 42, p. 112-138, 2005.

SÁNCHEZ-ARTEAGA, J. M.; EL-HANI, C. N. Othering Processes and STS Curricula: From Nineteenth Century Scientific Discourse on Interracial Competition and Racial Extinction to Othering in Biomedical Technosciences. **Science & Education**, v. 21, n. 5, p. 607-629, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-011-9384-x>. Acesso em: 8 nov. 2023.

SÁNCHEZ-ARTEAGA, J. S.; RASELLA, D.; GARCIA, L. V.; EL-HANI, C. N. Alterização, biologia humana e biomedicina. **Scientiae Studia**, v. 13, p. 615-641, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ss/a/G3TX3kkMnkB97GWWBRTKS5q/?lang=pt>. Acesso em: 4 fev. 2024.

SANDEL, M. J. **Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética**. Tradução de Ana Carolina Mesquita. 4. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2021a. 160 p.

SANDEL, M. J. **Justiça: O que é fazer a coisa certa**. Tradução de Heloísa Matias e Márcia

Alice Máximo. 34. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2021b.

SANTOS, J. C.; CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. Questões sociocientíficas no ensino fundamental de ciências: uma experiência com poluição de águas. **Indagatio Didactica**, v. 8, p. 1051-1067, 2016.

SANTOS, W. L. P. dos. **O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira**. 1992. 243 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

SANTOS, W. L. P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 21-47.

SANTOS, W. L. P. dos. **Aspectos sócio-científicos em aulas de Química**. 2002. 336 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, set./dez. 2007.

SANTOS, W. L. P. dos. Scientific literacy: a freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**, New York, v. 93, n. 2, p. 361-382, 2009.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio: **Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2001.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 4 ed. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação** (Bauru), v.17, p. 97-114, 2011.

SAUCEDO, K. R. R.; PIETROCOLA, M. Características de pesquisas nacionais e internacionais sobre temas controversos na Educação Científica. **Ciência & Educação** (Bauru),

v. 25, n. 1, p. 215-233, 2019.

SAUNDERS, K. J.; RENNIE, L. J. A pedagogical model for ethical inquiry into socioscientific issues in science. **Research in Science Education**, v. 43, n. 1, p. 253-274, 2013.

SCHNEIDER, E. M.; MEGLHIORATTI, F. A.; CORAZZA, M. J. Discursos de professores em formação continuada acerca da relação entre a manipulação genética e a possibilidade de melhoramento em humanos. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 22, n. 3, jul./set. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160030004>.

SCHNEIDER, E. M.; MEGLHIORATTI, F. A.; SOARES, A. S. F. Reflexões de um grupo de professores acerca do melhoramento genético humano a partir de discussões de textos de divulgação científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 19, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172017190118>.

SCHÖN, Donald. **Educando o profissional reflexivo**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SEITER, K. M.; FUSELIER, L. Content knowledge and social factors influence student moral reasoning about CRISPR/Cas9 in humans. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 54, n. 2, p. 195-218, 2021. DOI: 10.1002/tea.21679.

SERGIPE. **Currículo de Sergipe**: integrar e construir: ensino médio. Organização Isabella Silva dos Santos, Mariana Fátima Muniz Soares. Aracaju, SE: Secretaria de Estado da Educação do Esporte e da Cultura, 2022. Disponível em: <https://siae.seduc.se.gov.br/siae.servicefile/api/File/Downloads/22956487-cedb-4014-a1a1-f8e706f40866>. Acesso em: 29 mar. 2024.

SILVA, G. B.; QUEIROZ, S. L. Sensibilidade moral de licenciandos em Química: questões sociocientíficas em foco. **Educação & Fronteiras**, v. 9, n. 25, p. 27-46, 2019.

SILVA, G. B.; QUEIROZ, S. L. Promovendo e identificando a sensibilidade moral de licenciandos em química. **Educ. Quím**, Ciudad de México, v. 34, n. 3, p. 89-101, 2023. DOI: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.3.82112>.

SILVA, P. F.; KRASILCHIK, M. Bioética e ensino de ciências: o tratamento de temas controversos – dificuldades apresentadas por futuros professores de Ciências e Biologia. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 2, p. 379-392, 2013.

SILVA, S. M. B. **A moral em questões sociocientíficas no ensino de biologia**. 271 f. 2016. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SILVA, S. M. B.; SANTOS, W. L. P. Questões sociocientíficas e o lugar da moral nas pesquisas em ensino de ciências. **Interacções**, n. 31, p. 124-148, 2014.

SILVA, S. M. B.; SANTOS, W. L. P. Visões de estudantes do ensino médio sobre temas biotecnologia. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10, 2015, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015, p. 1-8.

SIMONNEAUX, L. Cómo favorecerla argumentación sobre las biotecnologías entre el

alumnado. **Alambique - Didática de las Ciencias Experimentales**, n. 25, p. 27-44, 2000.

SIMONNEAUX, L. Argumentation in socio-scientific contexts. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in science education: perspectives from classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 179-199.

SIMONNEAUX, L.; SIMONNEAUX, J. Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. **Cultural Studies of Science Education**, Dordrecht, v. 4, n. 3, p. 657-687, 2009.

SINGER, P. **Ética Prática**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2018.

SOARES, S. D. M. Paulo Freire e Henry Giroux: Diálogos sobre o currículo para a emancipação. In: **Anais do VIII Colóquio Internacional Paulo Freire**, 2013.

SOLOMON, J. The discussion of social issues in the science classroom. **Studies in Science Education**, Leeds, v. 18, n. 1, p. 105-126, 1990.

SOLOMON, J. The classroom discussion of science-based social issues presented on television: knowledge, attitudes and values. **International Journal of Science Education**, London, v. 14, n. 4, p. 431-444, 1992.

SOLOMON, J. **Teaching science, technology and society**. Buckingham: Open University Press, 1993.

SOUZA, M. T. de; SILVA, M. D. da; CARVALHO, R. de. Revisão integrativa: O que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>

SOUZA, L. M. M.; MARQUES-VIEIRA, C. M. A; SEVERINO, S. S. P.; ANTUNES, A. V. Metodologia de Revisão Integrativa da Literatura em Enfermagem. **Revista Investigação em Enfermagem**, n. 21, p. 17-26, 2017. DOI: <http://hdl.handle.net/20.500.12253/1311>

STENGERS, I. **Another science is possible: a manifest for slowscience**. Cambridge: Polity Press, 2018.

STERNÄNG, L.; LUNDHOLM, C. Climate change and morality: students' perspectives on the individual and society. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 8, 2011.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2012.

TORRES, Camile S. **Abordagens de saúde em livros didáticos de biologia: reflexões sobre a saúde da população negra**. 2018. 144f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2018.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2006. 375 p.

TSAI, C.; JACK, B. M. Antecedent factors influencing ethics-related social and socio-scientific

learning enjoyment. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 9, p. 1139-1158, 2019. DOI: 10.1080/09500693.2019.1595215.

TURGUT, D.; YAKAR, Z. Socioscientific Issues and Pre-Service Science Teachers' Bioethical Values. **Problems of Education in the 21st Century**, v. 79, n. 4, p. 640-656, 2021. DOI: 10.33225/pec/21.79.640.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Global Citizen Education: Topics and Learning Objectives**. Paris: UNESCO, 2015. 75 p. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002329/232993e.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2024.

UZEL, N. Impact of a SSI Program on Prospective Teachers' Character and Values for Global Citizens. **International Journal of Progressive Education**, [S. l.], v. 16, n. 5, p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1273384.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2023.

VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R. **A systematic theory of argumentation: the pragma-dialectical approach**. New York: Cambridge University Press, 2004. 215 p.

VAN DER LEIJ, Tore; GOEDHART, Martin; AVRAAMIDOU, Lucy; WALSH, Arjen. High school biology students' use of values in their moral argumentation and decision-making. **Journal of Moral Education**, v. 53, n. 3, p. 388-411, 2024b. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057240.2023.2185595>

VAN DER LEIJ, Tore; GOEDHART, Martin; AVRAAMIDOU, Lucy; WALSH, Arjen. Designing a module for supporting secondary biology students' morality through socioscientific issues in the human-nature context. **Journal of Biological Education**, v. 58, n. 5, p. 1186-1203, 2024a. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2023.2174160>

VELLOSO, A. M. S. *et al.* Argumentos elaborados sobre o tema “corrosão” por estudantes de um curso superior de Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 593-616, 2009.

VERRANGIA, D.; SILVA, P. B. G. Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de Ciências. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 705-718, 2010.

WADE, P. Raça: natureza e cultura na ciência e na sociedade. In: HITA, M. G. **Raça, racismo e genética em debates científicos e controvérsias sociais**. Salvador: EDUFBA, 2017, p. 47-79. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/32042/1/raca-racismo-e-geneticarepositorio.pdf#page=49>. Acesso em: 7 nov. 2023.

WALTON, D. N. **Lógica Informal**. São Paulo: Martins Fontes, 2012.

WESSEL, M. R. **Science and conscience**. New York: Columbia University Press, 1980.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of advanced nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

ZATZ, M. **Genética**: escolhas que nossos avós não faziam. São Paulo: Globo, 2011.

ZEIDLER, D. L. (Ed.). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 41-61.

ZEIDLER, D. L.; BRYAN, B. H. Socioscientific Issues? Theory and Practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009.

ZEIDLER, D. L.; KEEFER, M. The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: philosophical, psychological and pedagogical considerations. *In*: ZEIDLER, D. L. (Ed.). **The role of moral reasoning and discourse on socioscientific issues in science education**. Dordrecht: Kluwer, 2003. p. 7-38.

ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific issues: theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, New York, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009.

ZEIDLER, D. L.; WALKER, K. A.; ACKETT, W. A.; SIMMONS, M. L. Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. **Science Education**, v. 86, p. 343-367, 2002.

ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D.; SIMMONS, M. L.; HOWES, E. V. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. **Science education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005. DOI: 10.1002/sce.20048.

ZINGANO, Marco. **As virtudes morais**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2013.

ZIMAN, J. **Real Science**. What it is, and what it means. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

APÊNDICE A - Relação de artigos sobre questões sociocientíficas localizados na fase de buscas nos periódicos nacionais e internacionais

<i>Nacionais</i>	
1. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	
1	SOUZA, L. C. A. B.; MARQUES, C. A. Discussões sociocientíficas sobre o uso de agrotóxicos: uma atividade formativa problematizada pelo princípio da precaução. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , v. 17, n. 2, p. 495–519, 2017.
2	CARTER, Lyn. A decolonial moment in science education: using a socioscientific issue to explore the colonality of power. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , v. 17, n. 3, p. 1061–1085, 2017.
3	LIMA, Marcelo Bernardo de; NETO, Raul dos Santos; STRUCHINER, Miriam. Narrativa de design sobre a integração de questões sociocientíficas no ensino de genética: desenvolvimento e implementação do modelo e-CRIA. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , v. 18, n. 2, p. 609-640, 2018.
4	DIONOR, Grégory Alves; CONRADO, Dália Melissa; MARTINS, Liziane; NUNES-NETO, Nei de Freitas. Avaliando propostas de ensino baseadas em questões sociocientíficas: reflexões e perspectivas para ciências no ensino fundamental. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , v. 20, p. 429–464, 2020.
5	RAMOS, Tatiana Costa; CARDOSO, Paula Cristina. Uma proposta de modelo para abordar relações entre práticas epistêmicas e questões sociocientíficas no ensino de ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , p. e25348, 1–29, 2021.
6	ROCHA, Jéssica Norberto; MASSARANI, Luisa; CASTELFRANCHI, Yuriy. Adolescentes, controvérsias sociocientíficas e experiências museais: a mediação para catalisar diálogos sobre ciência e religião. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , p. e29497, 1–32, 2022.
7	SILVA, Edyth Priscilla Campos; FRANCO, Luiz Gustavo; CARDOSO, Paula Cristina. Ensino de ciências por investigação e questões sociocientíficas em sala de aula: conexões a partir da análise de práticas epistêmicas. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , p. e47892, 1–29, 2024.

2. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências

8	SOUSA, Polliane Santos de; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. Questões sociocientíficas no ensino de ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências , v. 19, 2017.
9	MIRANDA, A. C. G. O papel do problema nas questões sociocientíficas e na dinâmica discursiva da sala de aula. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências , Belo Horizonte, v. 26, 2024.
10	GIORDAN, M.; GOMES, G. S. O papel do problema nas questões sociocientíficas e na dinâmica discursiva da sala de aula. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências , Belo Horizonte, v. 26, n. 1, 2024.

3. Investigações em Ensino de Ciências

11	SOUZA, L. C. A. B.; MARQUES, C. A.; MACHADO, A. A. S. C. O princípio da precaução no ensino de ciências como possibilidade para a promoção de discussões sociocientíficas. Investigações em Ensino de Ciências , v. 21, n. 2, p. 137–152, 2016.
12	BRAGA, S. S.; MARTINS, L.; CONRADO, D. M. A argumentação a partir de questões sociocientíficas na formação de professores de biologia. Investigações em Ensino de Ciências , v. 24, n. 2, p. 120-141, 2019.
13	MOREIRA, Célia dos Santos; PEDRANCINI, Vanessa Daiana. Contribuições e limites da questão sociocientífica fosfoetanolamina nas aulas de ciências. Investigações em Ensino de Ciências , v. 25, n. 3, p. 410-432, 2020.
14	SANTOS, Paulo Gabriel Franco dos; COSTA, Natália Cristine Carlos; BRITO, Ariel Lima. COVID-19 no âmbito das questões sociocientíficas: modelando a problemática e traçando possibilidades educacionais. Investigações em Ensino de Ciências , v. 26, n. 3, p. 1-15, 2021.
15	MACHADO, D. S.; RAZERA, J. C. C. Um perfil da interface entre sensibilidade moral e compreensão de natureza da ciência durante a resolução de questões sociocientíficas. Investigações em Ensino de Ciências , v. 26, n. 1, p. 226-253, 2021.
16	MENDONÇA, P. C. C.; VARGAS, I. B. Práticas epistêmicas e abordagem QSC com o foco no ensino explícito de ética e moral. Investigações em Ensino de Ciências , v. 27, n. 2, p. 294–311, 2022.

17	MARTINS DO VALE, Wilka Karla; BATINGA, Verônica Tavares Santos; FIRME, Ruth do Nascimento. Análise de textos argumentativos produzidos pelos licenciandos de química sobre a questão sociocientífica utilização de agrotóxicos nas lavouras brasileiras. Investigações em Ensino de Ciências , v. 28, n. 1, p. 147-167, 2023.
4. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	
18	GENOVESE, Cinthia Leticia Carvalho Roversi; GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. Transgênicos, conformismo e consumo: algumas reflexões para o Ensino de Ciências. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia , v. 8, n. 4, 2015.
19	REIS, Pedro Guilherme Rocha dos; TINOCA, Luís Alexandre da Fonseca. A avaliação do impacto do projeto “We Act” nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia , v. 8, n. 4, 2015.
20	OLIVEIRA, Denise Ana Augusta dos Santos; MESSERER, Jorge Cardoso. Horta escolar: ampliando o contexto das questões sociocientíficas nos anos iniciais do ensino fundamental. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia , v. 11, n. 1, p. 115-126, 2019.
21	FREITAS, Nívia Magalhães da Silva; RIBEIRO, João Guilherme; VIEIRA, Eduardo Paiva de Pontes; FREITAS, Nadia Magalhães da Silva. Conflitivas sociocientíficas no ensino de ciências: proposições ao biodireito e a dignidade humana. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia , v. 11, n. 2, p. 1-14, 2019.
22	TETZENER JUNIOR, Adenilson Francisco; LOPES, Nataly Carvalho; ABREU, Augusto Higor do Santos de; BRINA, Daniel; PIRES, Higor Gustavo; SILVA, Rafael Pereira da; OLIVEIRA, Cristiano Rocha de. Considerações sobre o trabalho com o júri simulado em uma questão sociocientífica com futuros professores de física. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia , 2020.
5. Ciência & Educação	
23	GENOVESE, Cinthia Letícia de Carvalho Roversi; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de Carvalho; GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi. Os conceitos de formação e semiformação de Adorno na análise de trabalhos de conclusão de curso sobre questões sociocientíficas na graduação em Pedagogia. Ciência & Educação , Bauru, v. 25, n. 4, p. 873–891, 2019.
24	PEREIRA, A. de S.; CARVALHO, W. L. P. de. Avaliação de ciclo de vida de produtos como temática sociocientífica na formação de professores de

	química como intelectuais transformadores. Ciência & Educação , Bauru, v. 26, e20065, 2020.
25	ORQUIZA-DE-CARVALHO, L. M.; GONÇALVES, L. V.; CHAPANI, D. T. Sequências didáticas de caráter sociocientífico como espaço de pesquisa, formação e ensino na interface escola-universidade. Ciência & Educação , Bauru, v. 27, e21022, 2021.
26	CARVALHO, T. R. de; LOPES, N. C. Raças humanas como uma Questão Sociocientífica (QSC): implicações na formação de professores de ciências. Ciência & Educação , Bauru, v. 27, e21030, 2021.
27	PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; MIQUELIN, A. F. Ativismo sociocientífico e questões sociocientíficas no ensino de ciências: e a dimensão tecnológica? Ciência & Educação , Bauru, v. 27, e21062, 2021.
28	LEVINSON, R. Questões sociocientíficas na ciência escolar: uma sugestão teórica. Ciência & Educação , Bauru, v. 29, e23000A, 2023.
29	OLIVEIRA, L. C. R. de et al. O conceito de dialogicidade de Paulo Freire e as questões sociocientíficas na formação de professores dos anos iniciais sobre a presença de água no Sistema Solar. Ciência & Educação , Bauru, v. 29, e23052, 2023.
6. Revista Eletrônica ARETÉ (Manaus) - Revista Amazônica de Ensino de Ciências	
30	BORGES, Jéssica de Oliveira Andrade; ALVES, Ana Claudia Tasinaffo. Questões sociocientíficas e estratégias pedagógicas de professores de química. Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências , v. 17, n. 31, e22003, jul. 2022.
31	CRUZ, Núbia Duarte da; DANTAS, Larissa Kely; RIBEIRO, Marcel Thiago Damasceno. O tema sociocientífico sobre agrotóxico presente nos livros didáticos de química e biologia no ensino médio: possíveis proposições para o ensino de ciências. Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências , v. 19, n. 33, e23008, dez. 2023.
32	JUNIOR, Pedro Donizete Colombo; MARANDINO, Martha; SCALFI, Grazielle. Percepções de visitantes sobre questões sociocientíficas controversas em exposições sobre biodiversidade. Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências , v. 21, n. 35, e23033, dez. 2023.
7. AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	
33	CAMPOS, Mariuce; NAMAN, Diana Claudia; DARSIE, Marta Maria Pontim. Formação docente relacionada com questões sociocientíficas:

	complexidade, contribuições e limitações de uma prática educativa. Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemáticas , v. 12, n. 23, 2015. Disponível em: < https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2508 >. Acesso em: 4 mar. 2025.
34	GENOVESE, Cinthia Leticia de Carvalho Roversi; GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. Questões sociocientíficas: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de ciências a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas , 2019.
35	ALMEIDA, Mayara Tavares de; GUIMARÃES, Marcio Andrei. Raciocínio moral em questões sociocientíficas: argumentação de licenciandos de ciências sobre a eutanásia. Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática , v. 15, n. 34, 2019.
36	MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso; VARGAS, Isabela Breder. Práticas epistêmicas e abordagem QSC com o foco no ensino explícito de ética e moral. Investigações em Ensino de Ciências , v. 27, n. 2, ago. 2022.
8. REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática	
37	SANTOS, Tatiane da Silva; LANDIM, Myrna Friederichs. Alfabetização Científica, enfoque CTSA e questões sociocientíficas no ensino de ecologia: saberes e práticas de docentes da rede municipal de Lagarto – SE. Revista de Ensino de Ciências e Matemática , São Paulo, v. 11, n. 3, p. 16–36, 2020.
38	RODRIGUES, Rafael Cordeiro; ALMEIDA, Nívea Maria Coelho Barbosa de; MOURA, Sebastião Rodrigues. Temas regionais e o ensino de Ciências a partir de Questões Sociocientíficas: com a palavra os professores em formação. Revista de Ensino de Ciências e Matemática , São Paulo, v. 11, n. 7, p. 399–420, 2020.
39	SANTOS, Paulo Gabriel Franco dos; CARNIO, Michel Pisa; SANTOS, André Vitor Fernandes dos. Brazilian Nacional Curriculum and Socio-Scientific Issues: openings and (im)possibilities for Science Education in the Elementary School. Revista de Ensino de Ciências e Matemática , São Paulo, v. 13, n. 6, p. 1–24, 2022.
40	FRAGUAS, Talita; CARVALHO, Lizete Maria Orquiza de; SUTIL, Noemi. O racionamento de água em Curitiba e Região Metropolitana em decorrência das mudanças climáticas: uma questão sociocientífica a ser tratada no Ensino de Ciências. Revista de Ensino de Ciências e Matemática , São Paulo, v. 14, n. 5, p. 1–19, 2023.
41	SILVA, Everton Joventino da; MACIEL, Maria Delourdes. Sequências Didáticas sobre as Questões Sociocientíficas: contribuições resultantes da

	Intervenção Pedagógica na formação continuada de professores de Ciências da Natureza. Revista de Ensino de Ciências e Matemática , São Paulo, v. 14, n. 5, p. 1–18, 2023.
42	RANGEL, Renata Miranda de Moura; FRANCO-PATROCÍNIO, Sandra; MIRANDA, Ana Carolina Gomes. Racismo capilar sob a lente das Questões Sociocientíficas: possibilidades para o ensino de Ciências. Revista de Ensino de Ciências e Matemática , São Paulo, v. 15, n. 2, p. 1–25, 2024. DOI: 10.26843/rencima.v15n2a03. Disponível em: https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/4715 . Acesso em: 18 jan. 2025.
43	SILVA, Gilberlandio Nunes da; COSTA, Carlos Helaidio Chaves da; DANTAS FILHO, Francisco Ferreira. Initial teacher training from the QSC perspective articulated with the STEAM approach. Revista de Ensino de Ciências e Matemática , São Paulo, v. 15, n. 3, p. 1–24, 2024.
44	LOPES, Nataly Carvalho; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. A constituição de associações livres para o trabalho com as questões sociocientíficas na formação de professores. Revista de Ensino de Ciências e Matemática , São Paulo, v. 9, n. 3, p. 01–20, 2018.
45	LEITE, Rosana Franzen; RODRIGUES, Maria Aparecida. Aspectos sociocientíficos e a questão ambiental: uma dimensão da alfabetização científica na formação de professores de Química. Revista de Ensino de Ciências e Matemática , São Paulo, v. 9, n. 3, p. 38–53, 2018.
46	PEZARINI, Agnaldo Ronie; MACIEL, Maria Delourdes. O Ensino de Ciências pautado nos vieses CTS e das questões sociocientíficas para a construção da argumentação: um olhar para as pesquisas no contexto brasileiro. Revista de Ensino de Ciências e Matemática , São Paulo, v. 9, n. 5, p. 169–188, 2018.
9. ALEXANDRIA: REVISTA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA	
47	BARBOSA, Luis Gustavo D’Carlos; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; MACHADO, André Horta. Controvérsias sobre o Aquecimento Global e Ato Responsável: Uma Categoria Bakhtiniana para Ajudar a Pensar Questões Sociocientíficas em Aulas de Ciências. ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec. , Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 181-204, maio, 2019.
48	DIONOR, Grégory Alvez; CONRADO, Dália Melissa; MARTINS; Liziane; NUNES-NETO, Nei de Freitas. Análise de Propostas de Ensino Baseadas em QSC: Uma Revisão da Literatura na Educação Básica. ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec. , Florianópolis, v. 13, n. 1, p. 197-224, maio, 2020.
49	GLASS, Leticia; LIMA, Nathan Willig; NASCIMENTO, Matheus Monteiro. Práticas Integrativas e Complementares: O que Diz a Literatura da Área em educação em Ciências sobre essa Questão Sociocientífica? ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec. , Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 425-449, maio, 2021.

50	VENEU, Fernanda; ROCHA, Marcelo Borges. Polêmicas e Controvérsias no Ensino de Ciências: O que Pensam Alguns Professores da Educação Básica? ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, v. 14, n. 2, p. 271-304, novembro, 2021.
51	BOAS, Maria Stela Vilas; SANTOS, Bárbara Alice Piedade dos; MOZZER, Nilmara Braga. Uma Ferramenta para Orientar e Mapear Sequências Didáticas Fundamentadas em Questões Sociocientíficas. ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, v. 17, p. 1-36, 2024.
52	MELO, Pedro Nascimento; CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Aproximando Pedagogia Livertadora, Educação CTSA Crítica e Ensino por QSC para Ações Sociopolíticas e Socioambientais. ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, v. 17, p. 1-27, 2024.
53	SANTOS, Paulo Gabriel Franco dos; MALLMANN, Gabriel; SOUZA, Rodrigo Diego de. Notas para um Debate Materualista Histórico e Dialético das Questões Sociocientíficas: Da Controvérsia à Contradição. ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, v. 17, p. 1-27, 2024.
<i>Internacionais</i>	
10. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	
54	PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R.; SAUER, E. Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio. v. 17, p. 602–625, 2018.
55	DA SILVA SANTOS, T.; LANDIM, E. M. F. Estudos de caso na abordagem de questões sociocientíficas: uma experiência no ensino de ecologia. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 21, n. 1, 2022.
11. Science & Education	
56	RUNDGREN, C. J.; ERIKSSON, M.; RUNDGREN, S. N. C. Investigating the intertwinement of knowledge, value, and experience of upper secondary students' argumentation concerning socioscientific issues. Science & Education, v. 25, p. 1049–1071, 2016.
57	KUTLUCA, A. Y.; AYDIN, A. Changes in pre-service science teachers' understandings after being involved in explicit nature of science and socioscientific argumentation processes. Science & Education, v. 26, p. 637–668, 2017.
58	XIAO, S.; SANDOVAL, W. A. Associations between attitudes towards science and children's evaluation of information about socioscientific issues.

	Science & Education , v. 26, p. 247–269, 2017.
59	HERMAN, B. C.; OWENS, D. C.; OERTLI, R. T. et al. Exploring the complexity of students' scientific explanations and associated nature of science views within a place-based socioscientific issue context. Science & Education , v. 28, p. 329–366, 2019.
60	KAHN, S.; ZEIDLER, D. L. A conceptual analysis of perspective taking in support of socioscientific reasoning. Science & Education , v. 28, p. 605–638, 2019.
61	HANCOCK, T. S. et al. Selecting socio-scientific issues for teaching. Science & Education , v. 28, p. 639–667, 2019.
62	KLAVER, L. T.; WALMA VAN DER MOLEN, J. H. Measuring pupils' attitudes towards socioscientific issues. Science & Education , v. 30, p. 317–344, 2021.
63	KE, L.; SADLER, T. D.; ZANGORI, L. et al. Developing and using multiple models to promote scientific literacy in the context of socio-scientific issues. Science & Education , v. 30, p. 589–607, 2021.
64	HERMAN, B. C.; CLOUGH, M. P.; RAO, A. Socioscientific issues thinking and action in the midst of science-in-the-making. Science & Education , v. 31, p. 1105–1139, 2022.
65	ESTIGARRIBIA, L. et al. Co-design of a teaching–learning sequence to address COVID-19 as a socio-scientific issue in an infodemic context. Science & Education , v. 31, p. 1585–1627, 2022.
66	CHOWDHURY, T.; HOLBROOK, J.; REIS, P. et al. Bangladeshi science teachers' perceived importance and perceived current practices in promoting science education through a context-based, socio-scientific framework. Science & Education , v. 31, p. 487–523, 2022.
67	ADAL, E. E.; CAKIROGLU, J. Investigation of preservice science teachers' nature of science understanding and decision making on socioscientific issue through the fractal model. Science & Education , v. 32, p. 529–565, 2023.
68	HA, H.; PARK, W.; SONG, J. Preservice elementary teachers' socioscientific reasoning during a decision-making activity in the context of COVID-19. Science & Education , v. 32, p. 1869–1886, 2023.
69	JACK, B. M. et al. Ecological stimuli predicting high school students' genuine interest in socio-scientific issues. Science & Education , v. 33, p. 831–851, 2024.
70	WIYARSI, A. et al. Indonesian prospective teachers' scientific habits of mind: a cross-grade study in the context of local and global socio-scientific issues.

	Science & Education , v. 33, p. 1257–1283, 2024.
12. International Journal of Science Education	
71	GRACE, M. et al. Student decision-making about a globally familiar socioscientific issue: the value of sharing and comparing views with international counterparts. International Journal of Science Education , v. 37, n. 11, p. 1855–1874, 2015.
72	DAWSON, V. Western Australian high school students’ understandings about the socioscientific issue of climate change. <i>International Journal of Science Education</i> , v. 37, n. 7, p. 1024–1043, 2015.
73	CINICI, A. Balancing the pros and cons of GMOs: socio-scientific argumentation in pre-service teacher education. International Journal of Science Education , v. 38, n. 11, p. 1841–1866, 2016.
74	VÁZQUEZ-ALONSO, Á. et al. A teaching–learning sequence on a socio-scientific issue: analysis and evaluation of its implementation in the classroom. International Journal of Science Education , v. 38, n. 11, p. 1727–1746, 2016.
75	SADLER, T. D.; ROMINE, W. L.; TOPÇU, M. S. Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: a multi-level assessment study. International Journal of Science Education , v. 38, n. 10, p. 1622–1635, 2016.
76	NAMDAR, B.; SHEN, J. Intersection of argumentation and the use of multiple representations in the context of socioscientific issues. <i>International Journal of Science Education</i> , v. 38, n. 7, p. 1100–1132, 2016.
77	Yahaya, J. M., Nurulazam, A., & Karpudewan, M. (2016). College students’ attitudes towards sexually themed science content: a socioscientific issues approach to resolution. International Journal of Science Education , 38(7), 1174–1196. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1174349
78	WANG, H. H. et al. Longitudinal study of a cooperation-driven, socio-scientific issue intervention on promoting students’ critical thinking and self-regulation in learning science. International Journal of Science Education , v. 39, n. 15, p. 2002–2026, 2017.
79	HSU, Y. S.; LIN, S. S. Incitando os alunos a tomar decisões sociocientíficas: incorporando orientação metacognitiva em um ambiente de e-learning. <i>International Journal of Science Education</i> , v. 39, n. 7, p. 964–979, 2017.
80	KHISHFE, R. Consistency of nature of science views across scientific and socio-scientific contexts. International Journal of Science Education , v. 39, n. 4, p. 403–432, 2017.

81	KHISHFE, R. et al. Students' understandings of nature of science and their arguments in the context of four socio-scientific issues. International Journal of Science Education , v. 39, n. 3, p. 299–334, 2017.
82	TIDEMAND, S.; NIELSEN, J. A. The role of socioscientific issues in biology teaching: from the perspective of teachers. International Journal of Science Education , v. 39, n. 1, p. 44–61, 2017.
83	CHANG, H. Y.; HSU, Y. S.; WU, H. K.; TSAI, C. C. Students' development of socio-scientific reasoning in a mobile augmented reality learning environment. <i>International Journal of Science Education</i> , v. 40, n. 12, p. 1410–1431, 2018.
84	SUTTER, A. M.; DAUER, J. M.; FORBES, C. T. Application of construal level and value-belief norm theories to undergraduate decision-making on a wildlife socio-scientific issue. International Journal of Science Education , v. 40, n. 9, p. 1058–1075, 2018.
85	YACOUBIAN, H. A.; KHISHFE, R. Argumentation, critical thinking, nature of science and socioscientific issues: a dialogue between two researchers. International Journal of Science Education , v. 40, n. 7, p. 796–807, 2018.
86	PEEL, A.; ZANGORI, L.; FRIEDRICHSEN, P.; HAYES, E.; SADLER, T. Students' model-based explanations about natural selection and antibiotic resistance through socio-scientific issues-based learning. International Journal of Science Education , v. 41, n. 4, p. 510–532, 2019.
87	TSAI, C. Y.; JACK, B. M. Antecedent factors influencing ethics-related social and socio-scientific learning enjoyment. International Journal of Science Education , v. 41, n. 9, p. 1139–1158, 2019.
88	WIYARSI, A.; ÇALIK, M. Revisiting the scientific habits of mind scale for socio-scientific issues in the Indonesian context. International Journal of Science Education , v. 41, n. 17, p. 2430–2447, 2019.
89	ROMINE, W. L.; SADLER, T. D.; DAUER, J. M.; KINSLOW, A. Measurement of socio-scientific reasoning (SSR) and exploration of SSR as a progression of competencies. International Journal of Science Education , v. 42, n. 18, p. 2981–3002, 2020.
90	LEUNG, J. S. C.; CHENG, M. M. W. Conceptual change in socioscientific issues: learning about obesity. International Journal of Science Education , v. 42, n. 18, p. 3134–3158, 2020.
91	LIN, J. W.; CHENG, T. S.; WANG, S. J.; CHUNG, C. T. The effects of socioscientific issues web searches on grade 6 students' scientific epistemological beliefs: the role of information positions. International Journal of Science Education , v. 42, n. 15, p. 2534–2553, 2020.
92	CIAN, H. The influence of context: comparing high school students' socioscientific reasoning by socioscientific topic. International Journal of Science Education , v. 42, n. 9, p. 1503–1521, 2020.

93	CASPER, A. M. A.; BALGOPAL, M. M. How guest experts tell stories about environmental socio-scientific issues in an undergraduate class. International Journal of Science Education , v. 42, n. 9, p. 1568–1584, 2020.
94	NEWTON, M. H.; ZEIDLER, D. L. Developing socioscientific perspective taking. International Journal of Science Education , v. 42, n. 8, p. 1302–1319, 2020.
95	KE, L.; SADLER, T. D.; ZANGORI, L.; FRIEDRICHSEN, P. J. Students' perceptions of socio-scientific issue-based learning and their appropriation of epistemic tools for systems thinking. International Journal of Science Education , v. 42, n. 8, p. 1339–1361, 2020.
96	WAHONO, B.; CHANG, C. Y.; KHUYEN, N. T. T. Teaching socio-scientific issues through integrated STEM education: an effective practical averment from Indonesian science lessons. International Journal of Science Education , v. 43, n. 16, p. 2663–2683, 2021.
97	CEBRIÁN-ROBLES, D.; ESPAÑA-RAMOS, E.; REIS, P. Introducing preservice primary teachers to socioscientific activism through the analysis and discussion of videos. International Journal of Science Education , v. 43, n. 15, p. 2457–2478, 2021.
98	CHRISTODOULOU, A.; LEVINSON, R.; DAVIES, P.; GRACE, M.; NICHOLL, J.; RIETDIJK, W. The use of Cartography of Controversy within socioscientific issues-based education: students' mapping of the badger-cattle controversy in England. International Journal of Science Education , v. 43, n. 15, p. 2479–2500, 2021.
99	SAKAMOTO, M.; YAMAGUCHI, E.; YAMAMOTO, T.; WAKABAYAASHI, K. An intervention study on students' decision-making towards consensus building on socio-scientific issues. International Journal of Science Education , v. 43, n. 12, p. 1965–1983, 2021.
100	GARRECHT, C.; REISS, M. J.; HARMS, U. 'I wouldn't want to be the animal in use nor the patient in need' – the role of issue familiarity in students' socioscientific argumentation. International Journal of Science Education , v. 43, n. 12, p. 2065–2086, 2021.
101	OTTANDER, K.; SIMON, S. Learning democratic participation? Meaning-making in discussion of socioscientific issues in science education. International Journal of Science Education , v. 43, n. 12, p. 1895–1925, 2021.
102	ZHANG, W. X.; HSU, Y. S. The interplay of students' regulation learning and their collective decision-making performance in a SSI context. International Journal of Science Education , v. 43, n. 11, p. 1746–1778, 2021.
103	LADACHART, L.; LADACHART, L. Preservice biology teachers' decision-making and informal reasoning about culture-based socioscientific issues. International Journal of Science Education , v. 43, n. 5, p. 641–671, 2021.
104	CAPKINOGLU, E.; CETIN, P. S.; METIN PETEN, D. How do pre-service science teachers evaluate the persuasiveness of a socioscientific argument?

	International Journal of Science Education , v. 43, n. 4, p. 594–623, 2021.
105	KOULOGLIOTIS, D.; ANTONOGLIOU, L.; SALTA, K. Probing Greek secondary school students' awareness of green chemistry principles infused in context-based projects related to socio-scientific issues. International Journal of Science Education , v. 43, n. 2, p. 298–313, 2021.
106	LIN, J. W.; CHENG, T. S.; LINN, G. The impacts of modelling-based SSI teaching module on preservice teachers' decision making – a case of Dongfeng Highway route selection. International Journal of Science Education , v. 45, n. 1, p. 65–85, 2022.
107	ALCARAZ-DOMINGUEZ, S.; SHWARTZ, Y.; BARAJAS, M. SSI-based instruction by secondary school teachers: what really happens in class? International Journal of Science Education , v. 46, n. 18, p. 1944–1962, 2024.
108	GHAZAL, I.; BOUJAOUDE, S.; HOKAYEM, H. Grade 8 Lebanese students' reasoning and decision-making about scientific versus socio-scientific issues. International Journal of Science Education , v. 46, n. 12, p. 1192–1215, 2023.
109	TANG, K. Y.; LIN, T. C.; HSU, Y. S. Status and trends of socioscientific issues in educational literature: insights and extensions from a co-word analysis. International Journal of Science Education , v. 46, n. 11, p. 1073–1097, 2023.
110	KRISTENSEN, H.; KNAIN, E. Which side are you on? The role of attitudes in reasoning practices in student-group interactions regarding a socio-scientific issue related to climate change. International Journal of Science Education , v. 46, n. 7, p. 670–690, 2023.
111	DAWSON, V. Teachers' support in developing year 7 students' argumentation skills about water-based socioscientific issues. International Journal of Science Education , v. 46, n. 3, p. 222–239, 2023.
112	HERMAN, B. C.; CLOUGH, M. P.; SOBOTKA, A. The influence of COVID-19 science views, risk perceptions, and group membership on socioscientific decisions. International Journal of Science Education , v. 46, n. 17, p. 1783–1810, 2024.
13. Enseñanza de las Ciencias	
113	TORRES MERCHAN, N.; SOLBES, J. Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas , v. 34, n. 2, p. 43–65, 2016.
114	BERNAL HERRERA, P. et al. Impacto de un debate sociocientífico en las habilidades argumentativas y en la toma de decisiones del profesorado de secundaria en formación inicial. Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas , v. 41, n. 3, p. 113–132, 2023.

14. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias

115	DOMÈNECH-CASAL, J. Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias , v. 14, n. 3, p. 601–620, 2017.
116	DÍAZ MORENO, N. Caracterizando controversias sociocientíficas en la prensa escrita. Una herramienta para el desarrollo de la alfabetización científica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias , v. 16, n. 1, p. 1–13, 2018.
117	CONCEIÇÃO, T.; BAPTISTA, M.; REIS, P. La contaminación de los recursos hídricos como punto de partida para el activismo socio-científico. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias , v. 16, n. 1, p. 1–13, 2018.
118	DOMÉNECH-CASAL, J. Risk Zone, una actividad de estudio de caso y controversia socio-científica para la enseñanza de los riesgos geológicos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias , v. 16, n. 3, p. 1–14, 2019.
119	ILLESCAS-NAVARRO, M.; CRUZ-GUZMÁN, M.; CRIADO, A. M. El cuerpo humano y la salud en libros de texto de Educación Primaria (6-11 años), ¿qué aportan al problema socio-científico sobre la lactancia materna como parte de la alimentación en la primera infancia? Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias , v. 17, n. 1, p. 1–20, 2019.
120	USKOLA, A.; BURGOA, B.; MAGUREGI, G. Integración del conocimiento científico y de la capacidad argumentativa en tomas de decisión sobre temas sociocientíficos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias , v. 18, n. 1, p. 1–21, 2021.
121	PALMA-JIMÉNEZ, M.; CEBRIÁN-ROBLES, D.; BLANCO-LÓPEZ, Á. Razonamiento de profesorado de Educación Primaria en Formación Inicial sobre la controversia sociocientífica “leche materna versus leche de fórmula”. Influencia de una propuesta formativa. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias , v. 21, n. 1, 2024.

15. Cultural Studies of Science Education

122	FAGES, V.; ALBE, V. Social issues in nanoscience and nanotechnology master’s degrees: the socio-political stakes of curricular choices. Cultural Studies of Science Education , v. 10, n. 2, p. 419–435, 2015.
123	HOEG, D.; LEMELIN, N.; BENCZE, J. L. Sociopolitical development of private school children mobilising for disadvantaged others. Cultural Studies

	of Science Education , v. 10, n. 4, p. 1155–1174, 2015.
124	ZEIDLER, D. L. STEM education: a deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. Cultural Studies of Science Education , v. 11, p. 11–26, 2016.
125	MACALALAG, A. Z., Jr; JOHNSON, J.; LAI, M. How do we do this: learning how to teach socioscientific issues. Cultural studies of science education , v. 15, n. 2, p. 389–413, 2020.
126	HOEG, D. Human and non-human tensions in socioscientific issues and the oil sands in Canada. Cultural studies of science education , v. 15, n. 2, p. 415–422, 2020.
127	CHANG, J.; PARK, J. Developing teacher professionalism for teaching socio-scientific issues: What and how should teachers learn? Cultural studies of science education , v. 15, n. 2, p. 423–431, 2020.
128	BENCZE, L. et al. SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “science-in-context”. Cultural studies of science education , v. 15, n. 3, p. 825–851, 2020.
129	KOLSTØ, S. D.; PAULSEN, V. H. P.; MESTAD, I. Critical thinking in the making: students’ critical thinking practices in a multifaceted SSI project. Cultural studies of science education , v. 19, n. 4, p. 499–530, 2024.

APÊNDICE B - Formulário de interesse, consentimento e caracterização do perfil inicial dos participantes da pesquisa
(*Google Forms*)

Apresentação do formulário:

Este formulário está vinculado à pesquisa intitulada “**Sensibilidade e julgamento moral na abordagem de questões sociocientíficas na educação em ciências: promessas e dilemas na era da engenharia genética**” da doutoranda Yasmin Lima de Jesus, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciências da Faculdade de Ciências (UNESP-Bauru), sob orientação dos professores Washington Luiz Pacheco de Carvalho e Lizete Maria Orquiza de Carvalho. Conforme mencionado brevemente em convite anterior, a pesquisa ocorrerá em duas etapas, sendo elas:

- 1) Realização de entrevistas individuais com os participantes;
- 2) Realização de grupos focais para discussão de casos sobre o tema (essa etapa é realizada em grupo).

Ao final da realização de todos os encontros, os participantes receberão um certificado emitido pela Universidade Federal XXXX, pela participação em atividade de extensão coordenada pelo prof. Dr. XXXX e ministrada pela pesquisadora Yasmin Lima de Jesus.

Leia atentamente cada item a seguir, preenchendo-os. Logo mais, entrarei em contato com cada um(a) para combinarmos dia e horário para a primeira etapa da pesquisa (entrevista individual). Os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) serão entregues presencialmente, durante o momento da entrevista individual. Após a leitura e, caso não restem dúvidas após os esclarecimentos sobre a participação na pesquisa, você poderá assinar duas vias do documento. Uma das vias será entregue a pesquisadora, e a outra ficará com você (participante da pesquisa).

Agradeço, desde já, o interesse em participar do estudo e estou à disposição para possíveis esclarecimentos.

Atenciosamente,

Yasmin Lima de Jesus

Doutoranda em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, UNESP, Campus Bauru.

E-mail: yasminlima.jly@gmail.com / yasmin.l.jesus@unesp.br

Telefone: (79) 9XXXX-XXXX

E-mail: _____

1) Nome Completo: _____

2) Nome social (se houver): _____

3) Contato (nº de telefone/celular): _____

4) Gênero/Sexo: _____

5) Idade: _____

6) Raça/cor/etnia: _____

7) A qual religião você pertence ou com qual você mais se identifica? (indicar qual, ou se não possui religião, ou se se considera ateu).

8) Pronome de tratamento que se identifica:

() Ela/dela

() Ele/dele

() Outros: _____

09) Curso e ano de ingresso:

10) Indique se faz parte de algum dos programas abaixo (pode marcar mais de uma opção, caso participe de mais de um programa).

() PIBID

() Residência Pedagógica

() PIBIC

() Outro(s): _____

11) Período letivo atual:

() 1º período

() 2º período

() 3º período

() 4º período

() 5º período

() 6º período

() 7º período

() 8º período

12) Você conhece (já assistiu) o filme “GATTACA: A Experiência Genética”?

13) Você já cursou a disciplina de Genética na graduação?

14) Você concorda em participar da pesquisa intitulada “SENSIBILIDADE E JULGAMENTO MORAL NA ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PROMESSAS E DILEMAS NA ERA DA ENGENHARIA GENÉTICA”? (Lembrando que sua identidade será preservada).

() Estou de acordo em participar da pesquisa e com a disponibilização dos registros gerados durante a minha participação (gravação de áudio, imagem...). Estou ciente de que minha identidade será preservada e de que posso desistir a qualquer momento.

() Não tenho interesse em participar da pesquisa.



APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE



Este é um convite para você participar da pesquisa: – **“SENSIBILIDADE E JULGAMENTO MORAL NA ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PROMESSAS E DILEMAS NA ERA DA ENGENHARIA GENÉTICA”**, que tem como pesquisadora responsável **Yasmin Lima de Jesus**.

Esta pesquisa tem como objetivo compreender a percepção de conflitos e dilemas morais na concepção e experiência dos licenciandos, a partir da discussão e interação dialógica sobre a questão sociocientífica da manipulação e melhoramento genético humano, considerando sua fertilidade como tema capaz de potencializar a sensibilidade moral, o debate e a reflexão crítica frente aos adventos da tecnociência e às promessas da era da engenharia genética.

O estudo possui natureza qualitativa, com abordagem fenomenográfica, e será desenvolvido junto a licenciandos em Ciências Biológicas de uma universidade pública da região Nordeste do Brasil, nas dependências dessa instituição. Nesta pesquisa, serão investigados os conflitos e dilemas morais relacionados à manipulação e ao melhoramento genético humano, como foco na concepção, percepção e experiência dos participantes, na busca pela compreensão dos processos de julgamento moral (juízos de valor) e o desenvolvimento da sensibilidade moral.

A abordagem fenomenográfica foi escolhida por possibilitar o acesso às experiências humanas do mundo e por se concentrar nas diferentes formas como as pessoas percebem e entendem o mundo ao seu redor. Assim, busca-se uma compreensão mais aprofundada do fenômeno investigado, com a identificação das diferentes perspectivas, concepções e formas pelas quais os participantes experienciam o fenômeno estudado. A escolha do público-alvo ocorreu em função do contexto da pesquisa estar inserido na formação de professores de Ciências em questões sociocientíficas.

O motivo que nos leva a realizar este estudo é a necessidade de contribuir para a ampliação de estudos sobre questões sociocientíficas que enfoquem a moralidade, bem como para a compreensão dos processos de julgamento moral e desenvolvimento de sensibilidade moral, aspectos cada vez mais necessários em uma sociedade marcada pela égide do capital, onde valores como a empatia, solidariedade e justiça social têm sido uma necessidade urgente na busca por uma cidadania cuja tomada de decisões seja consciente, crítica e empática.

Caso aceite participar, você estará concordando com os termos deste documento e se comprometendo a participar dos encontros presenciais durante as etapas de constituição de dados (entrevista individual e grupos focais), nas dependências da universidade pública da região. Além disso, autoriza a pesquisadora responsável a realizar gravações em áudio e vídeo dos diálogos, por meio de gravador digital de voz e imagem, bem como a utilizar as transcrições dos áudios coletados e produzidos durante todo o processo de constituição dos dados como unidades de análise para finalidades acadêmicas. Esses dados serão utilizados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa aqui relatada e outras publicações dela decorrentes, quais sejam: revistas, livros e eventos científicos. Enfatiza-se que os participantes desta pesquisa não serão identificados, sendo garantidos o anonimato e a privacidade, a fim de minimizar possíveis constrangimentos.

Sendo assim, os dados desta pesquisa serão coletados entre os dias 01/08/2023 e 01/10/2023. A composição dos dados coletados será, a saber, (i) registros em áudio das entrevistas individuais, obtidos por meio de dispositivos eletrônicos; (ii) registros de áudio e imagem dos grupos focais; e (iii) formulário com informações sobre os participantes.

Tendo em vista que a pandemia da COVID-19 ainda não terminou, a pesquisadora afirma que seguirá as orientações do Ministério da Saúde referente às boas práticas de biossegurança, como forma de evitar o contágio pelo agente infeccioso.

Nesse processo, informa-se que podem ocorrer eventuais desconfortos e possíveis riscos de natureza psicológica, emocional e intelectual, em virtude da possibilidade de gerar desconforto, constrangimento, medo, estresse, timidez, esforço que pode gerar cansaço, além do risco de quebra de anonimato e sigilo das informações dos participantes desta pesquisa, devido ao uso de gravações em áudio e imagem como instrumentos de coleta e registro de dados. Esses riscos serão minimizados mediante a explicação prévia dos objetivos da pesquisa, da forma de tratamento dos dados e dos meios de divulgação das informações coletadas, com garantia de anonimato por meio da utilização de códigos para evitar a identificação dos participantes, assegurando a confidencialidade das informações prestadas.

Além disso, a gravação com imagem será realizada exclusivamente durante a etapa do grupo focal e com a única finalidade de facilitar o processo de transcrição e a identificação das falas pelos participantes, tendo em vista que as falas serão produzidas em meio a debates coletivos. O tratamento das informações será realizado por meio da utilização de categorias à luz do referencial teórico. Os dados serão tratados com inteira responsabilidade e rigor científico.

Ademais, outros riscos técnicos, como falhas nos equipamentos eletrônicos (celulares ou outros dispositivos de gravação de áudio e vídeo), também podem ocorrer, o que pode acarretar a perda de dados. Para evitar tais problemas, serão realizados testes prévios com os equipamentos.

Como benefícios da pesquisa, você estará contribuindo para a constituição de uma base teórico-empírica que poderá gerar inovações didático-pedagógicas na área de educação científica voltada à formação docente de vertente crítica, além de favorecer uma melhor compreensão dos processos de julgamento e de sensibilidade moral na abordagem de questões sociocientíficas.

Durante todo o período da pesquisa, você poderá tirar suas dúvidas entrando em contato com **Yasmin Lima de Jesus** (pesquisadora responsável), pelo endereço de e-mail: yasminlima.jly@gmail.com ou yasmin.l.jesus@unesp.br, ou ainda pelo telefone e WhatsApp: (79) 9XXXX-XXXX.

Você tem o direito de recusar sua participação ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você. Os dados que você nos fornecerá serão tratados de forma confidencial e divulgados na tese e/ou em outras publicações científicas, sempre de forma anônima, sem que haja a divulgação de dados que possam lhe identificar. Esses dados serão armazenados pela pesquisadora responsável por essa pesquisa em local seguro, por um período de cinco anos.

Ressalta-se ainda que esta pesquisa seguirá as recomendações da Resolução nº 510/2016, dispositivo normativo que orienta a realização de pesquisas no campo das ciências humanas e sociais, bem como os aspectos e orientações éticas preconizados na referida resolução. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob registro CAAE 68786723.3.0000.5398, na Plataforma Brasil.

Para quaisquer dúvidas adicionais, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Unesp de Bauru, através dos fones: (14) 3103-9400 ou e-mail cepesquisa.fc@unesp.br. Endereço: Avenida Engenheiro Luís Edmundo Carrijo Coube, nº 2085 - São Paulo. Horário de funcionamento: 8h às 12h e 13h30 às 17h30, de segunda a sexta-feira.

Este documento será emitido em duas cópias. Uma ficará com você, e a outra com a pesquisadora responsável (Yasmin Lima de Jesus).

Consentimento Livre e Esclarecido

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, a importância e o modo como os dados serão coletados nesta pesquisa, além de conhecer os riscos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da pesquisa – **“SENSIBILIDADE E JULGAMENTO MORAL NA ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PROMESSAS E DILEMAS NA ERA DA ENGENHARIA GENÉTICA”**, e autorizo a gravação em áudio e imagem, bem como a divulgação das informações por mim fornecidas, conforme expressado neste documento, desde que nenhum dado possa me identificar.

Itabaiana/SE, ____ de _____ de ____.

Assinatura do participante da pesquisa

Declaração do pesquisador responsável

Como pesquisadora responsável pelo estudo – **“SENSIBILIDADE E JULGAMENTO MORAL NA ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PROMESSAS E DILEMAS NA ERA DA ENGENHARIA GENÉTICA”**, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodológicos e os direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante deste estudo, assim como de manter o sigilo e a confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que, na inobservância do compromisso ora assumido, estarei infringindo as normas e diretrizes propostas pela resolução nº 304/2000, resolução nº 466/12 e a resolução nº 510/2016, do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos.

Itabaiana/SE, ____/____/____.

Assinatura do pesquisador responsável

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CNPJ: 48.031.918/0028-44
Endereço: Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, Nº 2085
Núcleo Res. Pres. Geisel, Bauru - SP, 17033-360
Telefone: (14) 3103-6000

APÊNDICE D - Roteiro de entrevista semiestruturada à luz da Fenomenografia

1. Você já ouviu falar sobre engenharia genética, manipulação genética ou edição genética? E melhoramento genético? O que você sabe sobre? Você percebe alguma diferença entre os termos “manipulação”, “edição” e “melhoramento” dos genes? Qual (is)?
2. Você já ouviu falar sobre testes genéticos sobre ancestralidade e possíveis doenças (predisposição genética) que possa desenvolver? Você faria algum desses testes genéticos? Você percebe alguma implicação (positiva ou negativa) dos resultados desses testes genéticos? Fale mais sobre isso.
3. Atualmente, com o avanço da biotecnologia, principalmente da engenharia genética e de técnicas de edição genética, abrem-se possibilidade para manipular e editar geneticamente os seres. Diante desse cenário, como você se sente em relação à possibilidade de edição (manipulação) do material genético de uma pessoa? Você modificaria os seus genes, se pudesse? Por que e em que situação?
4. O que você pensa sobre a possibilidade de melhorar/aperfeiçoar geneticamente o ser humano? Alguma preocupação? Qual (is)?
5. Como você percebe a possibilidade de seleção e melhoria das características humanas (desejáveis na sociedade), a exemplo da saúde, cor dos olhos, cor da pele, aptidão física, etc.? Você melhoraria alguma característica que você considera desfavorável em você? Por quê?
6. O que você pensa sobre a questão da manipulação (edição) genética em embriões?
7. Se você soubesse da possibilidade de ter uma criança com uma doença genética grave, talvez até incurável, você permitiria a manipulação do DNA dessa criança, alterando os genes relacionados a possível expressão dessa condição, na busca por, talvez, conseguir evitar que ela desenvolva a doença? Por quê? E se você pudesse escolher características como, o sexo da criança, cor dos olhos, cor da pele, entre outras características, você faria? Fale mais sobre.
8. Na sua opinião, por que melhorar geneticamente o ser humano? É possível, ou deveríamos fazer? Você atribui algum valor de importância à manipulação genética humana?
9. Como você enxerga possíveis conflitos e dilemas éticos e morais que podem surgir a partir da manipulação genética humana?
10. Você considera o melhoramento genético humano como moralmente aceitável ou é algo questionável? Por quê?

11. Para você existe algum tipo de melhoramento genético humano que seja moralmente inaceitável? Qual (is) são eles? Então, você acredita que existe ou deveria existir um limite ético para a manipulação genética em seres humanos? Se sim, qual seria esse limite?
12. Você percebe alguma (ou mais) implicações éticas, sociais e políticas da manipulação com finalidades de melhoramento (aperfeiçoamento) genético em seres humanos?
13. Como você percebe os riscos e benefícios da manipulação e melhoramento genético humano? E, quais os aspectos que você considera mais relevantes e que precisam ser considerados na discussão sobre o melhoramento genético humano como uma questão sociocientífica altamente controversa?
14. Enquanto futuro professor de Ciências e Biologia, como você se sente com relação a abordagem de temas ligados a genética e biotecnologia?

ANEXO A - Parecer substanciado da comissão nacional de ética em pesquisa (CONEP)

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SENSIBILIDADE E JULGAMENTO MORAL NA ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: PROMESSAS E DILEMAS NA ERA DA ENGENHARIA GENÉTICA

Pesquisador: YASMIN LIMA DE JESUS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 68786723.3.0000.5398

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.038.879

Apresentação do Projeto:

"Nesta pesquisa, será investigado o conflito e dilemas morais da manipulação e melhoramento genético humano na concepção e experiência de vida de professores de ciências e biologia em atuação e em formação inicial (licenciandos)."

Objetivo da Pesquisa:

"compreender a percepção de conflitos e dilemas morais na concepção e experiência dos sujeitos da pesquisa a partir da discussão da questão sociocientífica da manipulação e melhoramento genético humano."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: "Por se tratar de uma coleta de dados a partir da exposição de experiências e percepções por meio do discurso oral individual e coletivo sobre temas polêmicos relacionados a engenharia genética e sociedade, há o risco de possíveis desconforto e constrangimentos. De modo a reduzir a possibilidade de danos de ordem física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual as/os participantes serão informadas (os) sobre o conteúdo da pesquisa no momento do recrutamento, caso alguma questão cause constrangimento as/os participantes poderão se recusar em responder qualquer pergunta ou encerrar a sua participação a qualquer momento."

Benefícios: "Participar de discussões sobre assuntos da atualidade com reflexões críticas sobre a tecnociência e suas influências na sociedade, ambiente e em nossas vidas. Além disso, podendo se

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro: CENTRO

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-9400

Fax: (14)3103-9400

E-mail: cepesquisa.fc@unesp.br

**UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO**



Continuação do Parecer: 6.038.879

constituir em um momento formativo para o desenvolvimento pessoal e profissional sobre pesquisa na área da Educação em Ciências e formação de professores de ciências e biologia por meio da abordagem de questões sociocientíficas."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

"O estudo possui natureza qualitativa do tipo fenomenográfica e será desenvolvido junto a professores de Biologia em atuação na região e licenciandos em Ciências Biológicas de uma Universidade Pública da região Nordeste do Brasil, nas dependências dessa instituição. Nesta pesquisa, será investigado o conflito e dilemas morais da manipulação e melhoramento genético humano na concepção e experiência de vida de professores de ciências e biologia em atuação e em formação inicial (sendo respectivamente, 08 licenciandos e 08 professores em exercício docente)."

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE está de acordo com o seu público alvo e contém todos os elementos requeridos.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências ou inadequações.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto considerado "aprovado" por estar em conformidade com os parâmetros legais, metodológicos e éticos analisados pelo colegiado deste CEP - Comitê de Ética em Pesquisa.

Lembramos que é dever do pesquisador responsável, ao término da pesquisa e conforme o cronograma informado à Plataforma Brasil, apresentar o relatório final da mesma.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2110975.pdf	12/04/2023 16:25:15		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_TESE_YASMIN_LIMA_DE_JESUS_2023_CEP_FINAL.pdf	12/04/2023 16:22:28	YASMIN LIMA DE JESUS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_Yasmin_lima_de_jesus.pdf	12/04/2023 16:20:59	YASMIN LIMA DE JESUS	Aceito

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro: CENTRO

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-9400

Fax: (14)3103-9400

E-mail: cepesquisa.fc@unesp.br

**UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO**



Continuação do Parecer: 6.038.879

Justificativa de Ausência	TCLE_Yasmin_lima_de_jesus.pdf	12/04/2023 16:20:59	YASMIN LIMA DE JESUS	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_YASMIN_LIMA_D E JESUS assinado.pdf	12/04/2023 10:36:59	YASMIN LIMA DE JESUS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_confidencialidade_TESE_Yasmin assinado.pdf	12/04/2023 10:32:19	YASMIN LIMA DE JESUS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 04 de Maio de 2023

**Assinado por:
Mário Lázaro Camargo
(Coordenador(a))**

Endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01
Bairro: CENTRO **CEP:** 17.033-360
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3103-9400 **Fax:** (14)3103-9400 **E-mail:** cepesquisa.fc@unesp.br