



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**



JAILSON NAEL DE JESUS SANTOS

**RAÇA, SAÚDE E EPIGENÉTICA:
PRINCÍPIOS DE DESIGN PARA UMA EDUCAÇÃO ANTIRRACISTA
NO ENSINO DE GENÉTICA**

Salvador
2025

JAILSON NAEL DE JESUS SANTOS

**RAÇA, SAÚDE E EPIGENÉTICA:
PRINCÍPIOS DE DESIGN PARA UMA EDUCAÇÃO ANTIRRACISTA
NO ENSINO DE GENÉTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Claudia de Alencar Serra e Sepulveda

Salvador
2025

Santos, Jailson Nael de Jesus.

Raça, saúde e epigenética [recurso eletrônico] : princípios de design para uma educação antirracista no ensino de genética/ Jailson Nael de Jesus Santos. - Dados eletrônicos. - 2025.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Claudia de Alencar Serra e Sepulveda.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação. Programa de Pós- Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Salvador, 2025.

Programa de Pós-Graduação em convênio com a Universidade Estadual de Feira de Santana.

Disponível em formato digital.

Modo de acesso: <https://repositorio.ufba.br/>

1. Educação-Aspectos sociais. 2. Relações étnicos-raciais. 3. Educação em saúde. 4. Epigenética. 5. Pesquisa - Estudo e ensino. 6. Questão sociocientífica. 7. Sequência didática. I. Sepulveda, Claudia de Alencar Serra e. II. Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDD 370.115 - 23. ed.



Universidade Federal da Bahia

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS (PPGEFHC)**

ATA Nº 1

Ata da sessão pública do Colegiado do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS (PPGEFHC), realizada em 09/04/2025 para procedimento de defesa da Dissertação de Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências no. 1, área de concentração Educação Científica e Formação de Professores, do(a) candidato(a) JAILSON NAEL DE JESUS SANTOS, de matrícula 2023124998, intitulada RAÇA, SAÚDE E EPIGENÉTICA: PRINCÍPIOS DE DESIGN PARA UMA EDUCAÇÃO ANTIRRACISTA NO ENSINO DE GENÉTICA. Às 14:00 do citado dia, conferência remota, foi aberta a sessão pelo(a) presidente da banca examinadora Prof^ª. CLAUDIA DE ALENCAR SERRA E SEPULVEDA que apresentou os outros membros da banca: Prof^ª. Dra. ROSILEIA OLIVEIRA DE ALMEIDA e Prof^ª. Dra. EVANILDA SOUZA DE SANTANA CARVALHO. Em seguida foram esclarecidos os procedimentos pelo(a) presidente que passou a palavra ao(à) examinado(a) para apresentação do trabalho de Mestrado. Ao final da apresentação, passou-se à arguição por parte da banca, a qual, em seguida, reuniu-se para a elaboração do parecer. No seu retorno, foi lido o parecer final a respeito do trabalho apresentado pelo(a) candidato(a), tendo a banca examinadora aprovado o trabalho apresentado, sendo esta aprovação um requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre. Em seguida, nada mais havendo a tratar, foi encerrada a sessão pelo(a) presidente da banca, tendo sido, logo a seguir, lavrada a presente ata, abaixo assinada por todos os membros da banca.

Documento assinado digitalmente
 EVANILDA SOUZA DE SANTANA CARVALHO
Data: 10/04/2025 09:43:07-0300
Verifique em <https://validar.jli.gov.br>

Dra. EVANILDA SOUZA DE SANTANA CARVALHO, UEFS

Examinadora Externa à Instituição

Documento assinado digitalmente
 Rosileia Oliveira de Almeida
Data: 10/04/2025 22:22:07-0300
Verifique em <https://validar.jli.gov.br>

Dra. ROSILEIA OLIVEIRA DE ALMEIDA, UFBA

Examinadora Interna

Documento assinado digitalmente
 CLAUDIA DE ALENCAR SERRA E SEPULVEDA
Data: 09/04/2025 18:47:04-0300
Verifique em <https://validar.jli.gov.br>

CLAUDIA DE ALENCAR SERRA E SEPULVEDA, UEFS

Presidente

Documento assinado digitalmente
 JAILSON NAEL DE JESUS SANTOS
Data: 11/04/2025 07:32:33-0300
Verifique em <https://validar.jli.gov.br>

JAILSON NAEL DE JESUS SANTOS

Mestrando(a)

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, professora Claudia Sepulveda, por apostar em mim, pela confiança,
apoio e paciência nessa trajetória.

À Mariangela Almeida, pela sua colaboração na pesquisa, pela disponibilidade e diálogo nas
horas de reuniões investidas para que esta proposta se realizasse.

À professora Rosileia Almeida, pela generosidade, diálogo e contribuição em várias etapas do
trabalho.

À professora Evanilda Carvalho, pelas valiosas contribuições.

À Vanessa Reis, pela ajuda e conselhos.

Ao grupo de pesquisa Caburé, pela colaboração.

A todas as pessoas professoras e pesquisadoras que participaram da etapa de validação da
sequência didática. Muito obrigado pela generosidade em dedicarem tempo e esforço para
nos auxiliarem no melhoramento da nossa proposta educativa ao trazerem contribuições de
extrema importância.

Aos meus colegas, Daniele, Estefani e João Pedro, pelo companheirismo e amizade nas idas a
Salvador.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio na
concessão de bolsa.

A todas e a todos do PPGEFHC-UFBA/UEFS.

“A gente não nasce negro, a gente se torna negro. É uma conquista dura, cruel e que se desenvolve pela vida da gente afora. Aí entra a questão da identidade que você vai construindo. Essa identidade negra não é uma coisa pronta, acabada. Então, para mim, uma pessoa negra que tem consciência de sua negritude está na luta contra o racismo (...)”

Lélia Gonzalez

RESUMO

Na história recente é possível encontrar disputas referentes às causas das iniquidades raciais na saúde na ciência e na sociedade, em que, de um lado, se tem a influência exercida pela genética do século XX em modelos de saúde unicausais e de viés determinista e, do outro, as denúncias de ativismos sociais, que, apoiadas em abordagens de saúde mais amplas, defendem que a origem das disparidades raciais em saúde se deve aos efeitos socioambientais do racismo. A partir da era pós-genômica, modelos epidemiológicos alternativos têm sido propostos, os quais pretendem superar a dicotomia entre natureza e cultura ao considerarem que o fenômeno social da raça pode se corporificar e comprometer a manutenção do bem-estar biológico de pessoas racializadas. Essas modelagens teóricas são interdisciplinares e envolvem explicações como as da epigenética, um campo emergente da biologia que desafia o paradigma da herança biológica restrita aos genes. Os modelos científicos que articulam raça, saúde e herança possuem um caráter ambivalente, pois, ao mesmo tempo que podem contribuir com as políticas públicas de saúde, podem permitir que haja regressão a novas formas de estigmatização e eugenia. Devido a essas controvérsias envolvidas e à necessidade da mobilização de conhecimentos científicos para a reflexão de um problema social, esse tema pode ser considerado uma questão sociocientífica (QSC) que pode ser utilizada como estratégia didática na educação científica. Considerando as demandas, para o Ensino de Biologia, de orientações e materiais pedagógicos que viabilizem a implementação de ações educativas antirracistas e de estratégias para superação do discurso determinista genético presente nos currículos, esta dissertação objetiva, por meio da modalidade de pesquisa em *Design* Educacional, com base na abordagem de QSC no contexto da educação CTSA, nas diretrizes da Educação das Relações Étnico-Raciais (ERER) e na Educação em Saúde, investigar princípios de *design* de uma sequência didática baseada em uma QSC envolvendo raça, saúde e epigenética, com o propósito de se promover uma educação antirracista e a compreensão do conceito de herança biológica a partir de uma perspectiva pluralista no ensino médio de biologia. Este trabalho engloba a fase de pesquisa preliminar da *Design* Educacional, que consiste em uma investigação teórica de forma articulada ao diálogo com os saberes experienciais da prática docente para a construção do arcabouço conceitual que orienta o estudo e que fundamenta a sistematização de quatro princípios de *design*. Também inclui um ciclo de investigação da fase de prototipagem, o qual compreende a validação dos princípios de *design* e da sequência didática desenhada a partir deles por professores e pesquisadores do Ensino de Ciências. A partir da análise dos resultados do processo de validação, verificou-se a consistência e coerência dos referidos produtos da pesquisa e concluiu-se que estes apresentam potencial em atender as expectativas educacionais estabelecidas. Ademais, com base na análise das sugestões das pessoas avaliadoras, foram estabelecidos critérios para retirar, inserir ou aperfeiçoar elementos da sequência didática, a fim de que ela fosse refinada para sua implementação no contexto real de sala de aula. Espera-se que este estudo contribua para o Ensino de Biologia com fundamentos, diretrizes e estratégias que possibilitem articular conteúdos relacionados à herança biológica com os propósitos de uma educação antirracista.

Palavras-chave: educação das relações étnico-raciais; educação em saúde; ensino do conceito de herança biológica; questão sociocientífica; sequência didática

ABSTRACT

In recent history, disputes can be found regarding the causes of racial iniquities in health within both science and society. On one side, there is the influence exerted by 20th-century genetics on unifactorial health models with a deterministic bias. On the other, there are the denunciations of social activism, which, supported by broader health approaches, argue that the origin of racial health disparities lies in the socio-environmental effects of racism. Since the post-genomic era, alternative epidemiological models have been proposed, aiming to overcome the nature-culture dichotomy by considering that the social phenomenon of race can become embodied and compromise the biological well-being of racialized individuals. These theoretical models are interdisciplinary in nature and involve explanations such as those provided by epigenetics, an emerging field in biology that challenges the paradigm of biological inheritance being restricted to genes. Scientific models that articulate race, health, and inheritance have an ambivalent character: while they can contribute to public health policies, they may also allow for a regression into new forms of stigmatization and eugenics. Due to these associated controversies and the necessity of mobilizing scientific knowledge to reflect on a social issue, this topic can be considered a socio-scientific issue (SSI), which can be used as a didactic strategy in science education. Considering the demands in Biology Teaching for guidelines and pedagogical materials that enable the implementation of anti-racist educational actions and strategies to overcome the genetic determinist discourse present in curricula, this dissertation aims, through Educational Design Research, based on the SSI approach within the context of STSE education, the guidelines of Educação das Relações Étnico-Raciais (Ethnic-Racial Relations Education), and Health Education, to investigate design principles for a didactic sequence based on an SSI involving race, health, and epigenetics. The goal is to promote anti-racist education and a understanding of the concept of biological inheritance from a pluralistic perspective in high school biology teaching. This work encompasses the preliminary research phase of Educational Design Research, consisting of a theoretical investigation articulated with a dialogue with the experiential knowledge of teaching practice to construct the conceptual framework guiding the study and supporting the systematization of four design principles. It also includes an investigation cycle within the prototyping phase, which involves the validation of the design principles and the didactic sequence developed from them by Science Education teachers and researchers. Based on the analysis of the validation process results, the consistency and coherence of the research outputs were verified, leading to the conclusion that they have the potential to meet the established educational expectations. Additionally, based on the analysis of the evaluators' suggestions, criteria were established to remove, insert, or refine elements of the didactic sequence so that it could be improved for its implementation in the real classroom context. It is expected that this study will contribute to Biology Teaching by providing foundations, guidelines, and strategies that enable the articulation of content related to biological inheritance with the objectives of anti-racist education.

Keywords: education on ethnic-racial relations; health education; teaching the concept of biological inheritance; socioscientific issues; didactic sequences

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo cíclico da pesquisa de Design Educacional. Na imagem estão destacadas as etapas metodológicas que estão contempladas no presente trabalho. Fonte: Adaptado de Plomp (2018).....	27
Figura 2: Etapas da presente pesquisa delineadas com base nas fases preliminar e de prototipagem da pesquisa em design educacional.....	28
Figura 3: De um modelo determinista para um mais probabilístico na compreensão sobre o desenvolvimento fenotípico pela genética e genômica. Adaptado de Carver <i>et al.</i> (2017).....	49
Figura 4: Paisagem epigenética de Waddington representando diferentes rotas do desenvolvimento por meio da canalização ambiental. Fonte: Gericke (2021).....	54
Figura 5: Taxas de concordância entre gêmeos monozigóticos e gêmeos dizigóticos para alguns resultados de saúde e questões comportamentais. Fonte: Adaptado de Wong; Gottesman; Petronis (2005).....	56
Figura 6: Formas alternativas de herança epigenética transgeracional. Fonte: Adaptado de Danchin <i>et al.</i> (2011).....	59
Figura 7: Modelo de herança intergeracional de estados de doença por meio de mecanismos epigenéticos. Fonte: Santos; Sepúlveda (2024)	64
Figura 8: Mudanças de crenças sobre raça no Ocidente baseadas entre modelos fixos e ambientais. Adaptado de Meloni <i>et al.</i> (2018).....	68
Figura 9: Diferentes modelos de herança. Fonte: Althoff (2020).....	92
Figura 10: a) visão do dogma central da biologia mais comumente encontrada nos livros didáticos utilizados início do ensino médio; b) visão mais comum dos livros didáticos utilizados no final do ensino médio; c) proposta de revisão do dogma central da biologia incluindo a epigenética. Adaptado de Zudaire; Fraile (2020).....	96
Figura 11: Modelo teórico-prático para a ERER considerando uma QSC sobre raça, saúde e herança. Fonte: Elaborado pelo autor com base em Verrangia (2022).....	104
Figura 12: Esquema com algumas das inter-relações entre elementos dos domínios CTSA articulados à QSC envolvendo raça, saúde e herança.....	111
Figura 13: Estrutura de três elementos para a abordagem de QSC em sala de aula. Fonte: Conrado; Nunes-Neto (2018).....	129
Figura 14: Gráfico da avaliação global da adequação aos propósitos educacionais.....	137
Figura 15: Gráfico da avaliação global da adequação aos objetivos de aprendizagem.....	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Diferentes significados de raça e alguns compromissos da sua utilização na saúde. 80

Quadro 2: Exemplos de alguns componentes do domínio CTSA mobilizados com QSC sobre raça, saúde e epigenética..... 87

Quadro 3: Objetivos de aprendizagem do primeiro protótipo da SD organizados em torno das dimensões CPA dos conteúdos..... 118

Quadro 4: Descrição geral do desenho do primeiro protótipo da sequência didática..... 126

Quadro 5: Caso 1 da QSC e questões orientadoras..... 130

Quadro 6: Caso 2 da QSC e questões orientadoras..... 130

Quadro 7: Caso 3 da QSC e questões orientadoras..... 132

Quadro 8: Identificação dos avaliadores da Sequência Didática..... 135

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CDS – Comissão de Determinantes Sociais em Saúde

CEEP – Centro Estadual de Educação Profissional

CPA – Conceitual, Procedimental, Atitudinal

CTSA – Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

DCNT – Doenças Crônicas não Transmissíveis

DOHaD – Developmental Origins of Health and Diseases

EM – Ensino Médio

EPI – Educação Profissional Médio Integrado

ERER – Educação das Relações Étnico-Raciais

ES – Educação em Saúde

IST – Infecção Sexualmente Transmissível

NdC – Natureza da Ciência

OMS – Organização Mundial da Saúde

PcD – Pessoas com Deficiência

PGH – Projeto Genoma Humano

PPGEFHC – Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências

PNSIPN – Política Nacional de Saúde Integral da População Negra

QSC – Questão Sociocientífica

SD – Sequência Didática

SHES – Sistemas de Herança Epigenéticos

SUS – Sistema Único de Saúde

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TCR – Teoria Crítica da Raça

UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana

UFBA – Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	14
CAPÍTULO I - Processo metodológico da pesquisa.....	22
1. 1. Abordagem teórico-metodológica de pesquisa em Design Educacional.....	22
1. 2. Delineamento da pesquisa e aspectos éticos.....	27
CAPÍTULO II - Raça e saúde na ciência e na sociedade: as controvérsias desde os embates entre as abordagens do determinismo genético e sobre determinantes sociais à proposta de uma síntese biossocial pela epigenética.....	32
2. 1. Raça como determinante social de saúde.....	32
2. 2. Movimentos sociais negros e a trajetória de ações antirracistas na saúde.....	36
2. 3. Uma breve contextualização histórica: patologização e inferiorização do corpo negro pelas práticas do racismo científico na biomedicina.....	39
2. 4. A problemática do discurso determinista e reducionista genéticos no debate sobre saúde e raça.....	44
2. 5. As potenciais contribuições da epigenética para a compreensão das iniquidades raciais na saúde.....	53
2. 5. 1. Herança epigenética.....	53
2. 5. 2. Modelos envolvendo a epigenética para explicar as iniquidades raciais na saúde.....	62
2. 5. 3. Repercussões da epigenética e as advertências das ciências sociais quanto a sua utilização.....	65
2. 6. A polissemia do conceito de raça na interpretação das iniquidades em saúde.....	70
CAPÍTULO III - O potencial pedagógico de uma questão sociocientífica envolvendo raça, saúde e epigenética para o ensino médio de biologia.....	84
3. 1. A abordagem de questões sociocientíficas como estratégia para a inserção das controvérsias sobre raça e saúde no ensino de biologia.....	84
3. 2. Herança biológica no cerne da QSC: contribuições para os desafios do ensino de genética.....	90
2. 3. QSC sobre raça, saúde e herança como plataforma para promoção da educação das relações étnico-raciais.....	97
2. 4. Contribuições do ensino de herança e da educação das relações étnico-raciais em favor de uma educação em saúde antirracista.....	106
CAPÍTULO IV - Desenho e validação qualitativa da sequência didática.....	114
4. 1. Proposição dos princípios de design preliminares.....	114
4. 2. Desenho do primeiro protótipo da sequência didática.....	117
4. 3. Contribuição de profissionais da Educação Científica no processo de validação qualitativa da sequência didática.....	133
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	152
REFERÊNCIAS.....	157
APÊNDICE A - TCLE para professores e pesquisadores participantes do processo de validação qualitativa da SD.....	175
APÊNDICE B - Instrumento de Validação da Sequência Didática.....	176

APÊNDICE C – Segundo Protótipo da Sequência Didática.....	192
APÊNDICE D – Texto de apoio 1.....	200
APÊNDICE E – Texto de apoio 2.....	207
APÊNDICE F – Texto de apoio 3.....	210

APRESENTAÇÃO

A relação entre os fenômenos da raça e da saúde há muito tempo tem gerado intensos debates e controvérsias na ciência e na sociedade, a exemplo das alternativas explicativas para diferentes padrões de saúde entre grupos humanos racializados. Mesmo em meio a disputas, a partir da segunda metade do século XX, conhecido como o século do gene (Keller, 2005), se estabeleceram de modo predominante no campo das ciências biológicas e da saúde explicações fundamentadas em modelos que assumiam uma distinção genética entre as raças que determinariam os estados de saúde e doença (Laguardia, 2002), cujas premissas se popularizaram no senso comum e ainda continuam a exercer grande influência na crença e no discurso das pessoas (Dar-Nimrod; Heine, 2011).

Nas últimas décadas, a constatação da fragilidade do conceito de raça em localizar variações genéticas de relevância para a grande maioria das doenças complexas entre diferentes grupos populacionais pela epidemiologia (Msimang, 2021), tem convocado biólogos, sociólogos, antropólogos e epidemiologistas que reconhecem a realidade sócio-histórica da raça a sugerirem modelos explicativos disruptivos que propõem que a experiência social do racismo, ao ser literalmente corporificada, é capaz de comprometer os processos de manutenção do bem-estar biológico de pessoas racializadas (Gravlee, 2009; Krieger, 2001). Essas abordagens reforçam o fato de que as iniquidades raciais em saúde não são devidas a essencialismos raciais, mas sim decorrentes da opressão do racismo. Para tanto, são utilizadas abordagens teóricas de diversas disciplinas e áreas do conhecimento aliadas, entre elas a epigenética, um campo emergente da biologia que apresenta possibilidades de mecanismos reversíveis subjacentes a esse fenômeno (Kuzawa; Sweet, 2009; Mansfield; Guthman, 2014; Thayer; Kuzawa, 2011).

Epigenética é um termo que foi empregado pela primeira vez por Conrad Hal Waddington em 1942 para descrever os complexos processos do desenvolvimento existentes entre o genótipo e o fenótipo (Waddington, 2012). Porém, epigenética só passou a ser um termo de grande interesse de vários campos da ciência e da tecnologia nos últimos anos, na chamada era pós-genômica. Na maioria das vezes se refere aos processos de mudança na expressão dos genes ou aos efeitos transgeracionais dos padrões de expressão gênica (Deans; Maggert, 2015). Enquanto área do conhecimento, a epigenética pode ser conceituada como campo que se dedica ao estudo de quaisquer variações fenotípicas que não estão associadas a variações na sequência de nucleotídeos do DNA (Jablonka; Raz, 2009).

Segundo King e colaboradores (2024), os estudos da epigenética sobre saúde que se utilizam da raça como construto social, têm sugerido que alterações epigenéticas decorrentes da exposição diferencial a riscos ambientais e estressores sociais entre diferentes grupos raciais são a ligação chave entre o racismo sistêmico e as iniquidades raciais na saúde. Essa abordagem se constitui em uma terceira via em meio às alternativas explicativas antagônicas, que ou atribuem os estados de saúde entre diferentes populações aos genes ou aos aspectos socioambientais (Jablonka, 2004). Segundo Jablonka (2004), os conhecimentos derivados da pesquisa em epigenética têm mostrado sua relevância indubitável para a compreensão da saúde, como a elucidação de processos biológicos envolvidos com doenças e o desenho de estratégias tecnológicas para tratá-las e preveni-las (Bakulski; Fallin, 2014). De forma confluyente a essas discussões no âmbito das ciências biológicas, a epigenética também tem incitado debates no campo das ciências sociais, as quais têm apresentado ponderações quanto a promessas revolucionárias baseadas nesse campo emergente da biologia e uma preocupação para que a aplicação dos seus conhecimentos na sociedade seja orientada por princípios éticos (Meloni; Testa, 2014; Meloni *et al.*, 2022).

Por meio da problematização de perspectivas reducionistas e genecêntricas das ciências biológicas, essa temática oferece também elementos para o Ensino de Biologia que o torna mais alinhado aos debates atuais, os quais têm reivindicado abordagens teóricas na biologia humana que reconheçam as suas complexas interações com o ambiente, de modo a superar a dicotomia entre natureza e cultura por meios de lentes biossociais (Assad, 2016; Gravlee, 2009; Wade, 2017). Nessa mesma direção, o reconhecimento de outras formas de herança, como a ambiental, epigenética, cultural e comportamental, tem levado à recomendação do abandono de uma ideia de herança centrada no material genético e a adoção de uma perspectiva pluralista ou estendida de significar o conceito de herança biológica (Bonduriansky, 2012; Memeli, 2005; Pantarotti, 2016).

As razões fundamentais para o investimento no ensino a respeito da herança biológica são que este se trata de um dos conceitos centrais da biologia para compreensão de fenômenos biológicos fulcrais, como a hereditariedade e a evolução, e que está imbuído nas ideias e representações socioculturais, nas quais é influenciado por valores e crenças (Reis, 2018). Se tem recomendado que, para o ensino desse conceito, é necessário a abordagem pautada no pluralismo de processos e mecanismos envolvidos na transmissão de fatores e das inter-relações entre organismo e ambiente (Althoff, 2020), visto que um ensino de genética centrado nos genes está dissociado das reais dificuldades que os estudantes apresentam em

apreender elementos básicos para a compreensão apropriada do fenômeno da herança biológica (Reis, 2018).

Prochazka e Franzolin (2018) apontam a necessidade de se compreender a herança e expressão de características complexas no ensino de genética para o melhor entendimento dos problemas de saúde pública do mundo moderno, tais como doenças cardiovasculares, câncer e diabetes. Como consequência de proposições como essas, alguns autores propõem revisões para o Ensino de Biologia, como por exemplo, as sugestões para a inserção de temas da epigenética no currículo da educação básica (Gericke; Ewen, 2023; Zudaire; Fraile, 2020) e do ensino superior (Althoff, 2020).

Outra justificativa para a investigação sobre as possibilidades de inserção da temática sobre raça, saúde e herança no currículo de biologia se deve à oportunidade que ela fornece para a reflexão da relação existente entre os impactos socioambientais do racismo e o bem-estar biológico de pessoas não brancas, o que contribui para o entendimento mais apurado do fenômeno social da raça e de seus efeitos diretos na saúde de pessoas pertencentes a grupos raciais marginalizados (Gravlee, 2009). A compreensão do conceito de raça é um dos pré-requisitos fundamentais para o desenvolvimento de uma educação antirracista, cuja prática é amparada pela legislação educacional brasileira e pelas demandas sociais (Vernagias, 2014), a qual, segundo Dias (2022a), se constitui em uma necessidade para o ensino de ciências e biologia, visto que ainda há uma carência de práticas educativas que viabilizem a “problematização, denúncia e combate ao racismo e às opressões correlatas em todos os níveis, etapas e modalidades de ensino” (Dias, 2022a, p. 7).

De acordo com Conrado (2017), para que o Ensino de Ciências seja mais contextualizado e crítico, além da abordagem do conhecimento científico é preciso relacioná-lo às interações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (relações CTSA) e, além disso, se deve oferecer condições para que os educandos avaliem os interesses e valores das estruturas sociais e se engajem em ações que tenham em vista a justiça social. Quanto a isso, a temática das iniquidades raciais na saúde apresenta grande viabilidade, porque é uma questão presente na sociedade, envolvendo vários aspectos como conflitos socioambientais e problemas de saúde pública, a respeito dos quais conhecimentos e práticas da ciência e da tecnologia podem auxiliar na compreensão e proposição de soluções (Santos; Sepúlveda, 2024).

As explicações da epigenética para tal fenômeno, ao mesmo tempo em que podem contribuir para ações antirracistas na saúde, podem reforçar preconceitos, a depender dos compromissos éticos e sociopolíticos com os quais elas são aplicadas. Por exemplo, localizar

as causas das condições de vida, às quais pessoas de determinados grupos raciais marginalizados estão submetidas e que os colocam em contextos de vulnerabilidades em saúde, na sociedade e na sua estrutura opressora, contribui para que os estereótipos de culpabilização e inferiorização sejam desconstruídos, bem como, medidas políticas para mitigar as desvantagens sociais desses grupos podem ser reivindicadas. Do contrário, dar centralidade à uma abordagem comportamental ou se utilizar de um discurso determinista epigenético para rotular populações pode reforçar o estigma sobre elas (Santos; Sepúlveda, 2024). Dadas essas características, podemos assumir que a utilização da epigenética para interpretar as iniquidades raciais na saúde se trata de uma questão sociocientífica (QSC), com o potencial de ser modelada didaticamente para o Ensino de Biologia para o propósito de contribuir ao atendimento da demanda por materiais e orientações pedagógicas disponíveis que possibilitem tanto a promoção de uma educação antirracista quanto a compreensão do conceito de herança biológica sob uma ótica pluralista (Santos; Sepúlveda, 2024).

No que tange aos diálogos e ações sociais no nosso país em torno da saúde e as relações étnico-raciais, é fato que a notificação dos dados epidemiológicos com recorte racial dos últimos anos é devido à pressão de ativistas negros que denunciam a existência de iniquidades raciais na saúde como consequência da raça enquanto um fenômeno social, uma de muitas das estratégias dos movimentos sociais negros de grande importância para se contrapor ao discurso de que há no Brasil relações raciais harmoniosas e construir uma agenda de reparação e equidade étnico-racial na saúde (Ferreira, 2016). Portanto, a articulação da discussão sobre raça e saúde à ação política desses movimentos sociais contribui para a necessária compreensão do que é ser negro no contexto brasileiro (Gomes, 2020a), tanto em relação às experiências sociais injustas, quanto no que concerne a uma identidade construída de forma coletiva e guiada por referências positivas de negritude¹.

¹ Reconhecemos que outros grupos étnico-raciais não brancos, como os indígenas, são também historicamente alvo do racismo sistêmico da sociedade brasileira e como consequência disso estão em posição de desvantagem nas hierarquizações raciais em saúde e têm se organizado politicamente na reivindicação do direito de usufruir de um pleno bem-estar socioambiental (Rocha; Porto; Pacheco, 2019). Esta dissertação dá uma maior centralidade à saúde da população negra pela decisão de mobilizar os conhecimentos gerados sobre ela, que se constituem em um campo de saber teórico e político próprio que nasce das lutas antirracistas dos movimentos sociais negros brasileiros e que posteriormente se insere no contexto acadêmico (Carneiro, 2023), entendendo que os saberes derivados das lutas dos movimentos negros possuem um papel na educação e reeducação de toda a sociedade quanto as questões étnico-raciais (Gomes, 2017). Assim sendo, as discussões gerais sobre raça e saúde que buscamos traçar neste estudo podem em certa medida serem aplicadas a outros grupos étnico-raciais não brancos, no entanto, destaca-se que uma abordagem especialmente dedicada, por exemplo, à saúde das populações indígenas, exige a responsabilidade de uma investigação atenta às vulnerabilidades específicas dessas populações, assim como necessita do diálogo e comprometimento com o que os movimentos sociais indígenas consideram por saúde, suas reivindicações nesse sentido e da consideração das especificidades étnicas, dos saberes e das culturas (Rocha; Porto; Pacheco, 2019).

Dado esse potencial, muito pode ser explorado para o alcance de alguns dos objetivos da educação das relações étnico-raciais a partir da abordagem da interpretação da epigenética para as iniquidades raciais na saúde na forma de QSC nos currículos de biologia, como a desconstrução do estereótipo de inferioridade biológica de grupos humanos não brancos ao problematizar a relação entre saúde e raça; a possibilidade de dar visibilidade ao protagonismo dos movimentos sociais negros na construção de saberes sobre saúde, frente aos paradigmas dos determinismo e reducionismo biológicos; e a compreensão do caráter polissêmico do conceito de raça, realçando que se trata de uma construção sócio-histórica com efeitos reais nas vivências de pessoas negras (Santos; Sepúlveda, 2024).

As contribuições da epigenética para melhor compreender a saúde da população negra são também relevantes para a educação em saúde no contexto do ensino de conteúdos de biologia, visto que, segundo Martins (2016) o entendimento de uma perspectiva biológica da saúde humana (não biologicista) não deve ser desconsiderado até mesmo em abordagens de saúde mais abrangentes, desde que se tenha em vista que não existe dissociação entre bem-estar biológico, emocional, social e ambiental (Conrado *et al.*, 2021). Nesse sentido, professores e professoras de biologia precisam estar atualizados e críticos em relação ao que a biologia pode oferecer contemporaneamente para compreender as relações entre raça e saúde, de modo que possam contribuir com o papel relevante que o ensino de biologia apresenta para a promoção da saúde na sociedade, mais precisamente por meio de uma educação em saúde antirracista.

Meu envolvimento com essa investigação começa ainda na graduação enquanto bolsista de iniciação científica. Nesse estudo inicial, desenvolvemos um arcabouço teórico-pedagógico e sugestões de ferramentas didáticas para subsidiar o ensino de epigenética conducente à educação das relações étnico-raciais (Santos; Sepúlveda, 2024). Verrangia (2014) aponta para a importância de trabalhos dessa natureza ensaística por apresentarem sugestões gerais sobre como o ensino de ciências pode contribuir com uma educação antirracista, os quais corroboram para a necessidade da realização de investigações mais profundas, tais como as empíricas. Nesse sentido, tendo em vista o objetivo de explorar de forma mais ampla o potencial dos nossos apontamentos iniciais no contexto educacional real, este trabalho de dissertação busca dar prosseguimento ao estudo citado, motivado pela mesma intenção de argumentar que é possível (desejável e premente) promover uma educação antirracista por meio do Ensino de Biologia.

Em tempos de grandes desafios sociais e ambientais apresentados pelas várias questões sociocientíficas e em um contexto de descrédibilização tanto da ciência quanto da

educação (Junges; Espinosa, 2020), é preciso pensar na necessidade inadiável de destacar o papel político da educação científica para a formação de cidadãos éticos, críticos e participativos. Dado que o conceito de raça foi criado, desacreditado e reinventado no âmbito da biologia (Kent; Wade, 2015) e se constitui em uma ideia central para a compreensão das desigualdades sociais que enfrentamos, o ensino de biologia possui uma responsabilidade intransferível quanto às discussões étnico-raciais, o que é amparado pelas leis 10639/03 e 11645/08 (Sepulveda; Fadigas; Sánchez-Arteaga, 2022).

De acordo com Verrangia (2014,) o Ensino de Ciências no Brasil tem se dedicado de forma menos intensa aos temas de relevância social e relacionados aos direitos humanos quando comparado às pesquisas mais gerais em educação. O autor aponta a importância de uma agenda de pesquisa que inclua as possibilidades de integração entre a educação científica e a educação das relações étnico-raciais, com o objetivo de combater o racismo e valorizar a diversidade étnico-racial (Verrangia, 2014). Portanto, tendo isso em vista, este relato de pesquisa trata de questões referentes ao ensino de biologia com o empenho para articulá-las aos aportes necessários para o desenvolvimento de uma educação antirracista.

A metodologia adotada para condução do trabalho é a da pesquisa em *Design Educacional*, que se trata do estudo do planejamento, implementação, avaliação e manutenção de inovações educacionais que tenham o propósito de solucionar problemas da prática educativa. Os dois produtos desse tipo de pesquisa são um produto educacional e os conhecimentos teóricos sobre suas características necessárias, os princípios de *design* (Plomp, 2018). Portanto, orientados por essa abordagem metodológica, o objetivo geral desta pesquisa é desenvolver e validar princípios de *design* de uma sequência didática (SD) que tenha a intenção de alcançar duas expectativas educacionais: (1) a promoção de uma educação antirracista no ensino de biologia, fundamentando-se nos princípios da educação das relações étnico-raciais e na educação em saúde; e (2) a superação do determinismo genético no ensino de genética por meio do ensino do conceito de herança biológica a partir de uma perspectiva pluralista.

A produção de inovações com base em pesquisa que possibilite ações pedagógicas sobre relações étnico-raciais no ensino de genética e na educação em saúde na forma de materiais didáticos e de orientações para professores é essencial, visto que muitos deles se sentem inseguros quanto a que tipo de abordagem conceitual e estratégias didáticas adotar (Verrangia, 2022) e porque, no contexto escolar, os processos de seleção de conteúdos parte de conceitos preestabelecidos presentes em ementas de disciplinas, livros e outros recursos didáticos de forma defasada e inapropriada, o que, entre outras demandas educacionais,

também não favorece a promoção da educação das relações étnico-raciais (Verrangia; Silva, 2010).

A pesquisa de *Design* Educacional é dividida em três fases: pesquisa preliminar, fase de prototipagem e fase avaliativa (Sepulveda et al., 2016). O presente estudo inclui a pesquisa preliminar, que envolve uma revisão de literatura e a mobilização do saber da experiência docente para a construção de um quadro conceitual que fundamenta e orienta o estudo, bem como a proposição dos primeiros princípios de *design* e o desenho da SD. Inclui também o início da fase de prototipagem, estágio o qual vários protótipos da intervenção devem ser testados em ciclos subsequentes, a fim de aperfeiçoar a intervenção e os princípios de *design* (Sepulveda et al., 2016). O primeiro ciclo de investigação da fase de prototipagem contemplado nesta pesquisa de mestrado constitui no desenho do primeiro protótipo da sequência didática a partir dos princípios de *design* desenvolvidos, e da sua validação por profissionais da educação científica (professores e pesquisadores) para a geração de um segundo protótipo que, em investigações futuras, pode ser aplicado no contexto real de sala de aula em um novo ciclo de prototipagem. Segundo Paiva (2019), a validação qualitativa prévia de instrumentos da pesquisa educacional é uma estratégia fundamental para a análise de coerência interna, adequação ao referencial teórico e aos objetivos da pesquisa, e permite realizar interpretações consistentes sobre o objeto de estudo, assegurando o rigor científico. Dessa forma, com a validação, se buscou garantir que a sequência didática apresentasse as características para o alcance dos objetivos educacionais desejados com a sua aplicação.

A pesquisa de *Design* Educacional sempre implica na busca de características de um produto educacional (Plomp, 2018) para que seja promissor na resolução de um problema educacional legítimo, portanto, a pergunta de pesquisa que orienta este trabalho é: “Quais características uma SD, baseada em uma questão sociocientífica envolvendo raça, saúde e epigenética, deve ter para promover uma educação antirracista e a compreensão do conceito de herança biológica a partir de uma perspectiva pluralista no contexto do ensino médio de biologia?”

A presente dissertação é apresentada no formato de escrita monográfica e está estruturada de modo que os capítulos correspondem às fases da pesquisa de *Design* contempladas neste estudo, o qual demanda uma etapa de revisão de literatura e outra de desenho colaborativo da proposta de ensino e de sua avaliação formativa por meio de um processo de validação qualitativa por pares. O capítulo 1 trata do processo metodológico da pesquisa e o apresentamos anteriormente à revisão de literatura pois esta pode também ser considerada resultado no contexto das pesquisas de *Design* Educacional. Trazemos então, no

primeiro capítulo, os pressupostos teórico-metodológicos da modalidade de pesquisa que escolhemos, suas fases, como as etapas do presente trabalho dialogam com elas e descrevemos os aspectos éticos relacionados aos participantes do processo de validação da SD.

Os capítulos 2 e 3 decorrem de uma investigação teórica, feita por meio de uma revisão de literatura narrativa para a construção do quadro conceitual concernente à fase preliminar de pesquisa. O segundo capítulo traz discussões gerais sobre as controvérsias a respeito da relação entre saúde e raça na ciência e na sociedade, e de como a elucidação da polissemia do conceito de raça e dos compromissos ético-políticos da sua utilização na saúde pode auxiliar na resolução de conflitos que partem de mal-entendidos a respeito dos diferentes significados de raça e de abordagens de saúde. Já o terceiro capítulo apresenta uma argumentação a respeito do potencial pedagógico dessas controvérsias para a Educação Científica ao abordá-las como uma questão sociocientífica, por meio da qual é possível problematizar a saúde da população negra se utilizando de uma análise crítica e contextualizada do conhecimento científico sobre herança biológica envolvido, de uma abordagem de saúde mais ampla e tendo em vista os compromissos educacionais de combate ao racismo e de estímulo ao envolvimento em ações antirracistas. A partir da construção desse referencial teórico, se busca não só expandir as bases conceituais para fundamentar e orientar esta investigação, mas também contribuir com reflexões que possam futuramente ser úteis para professores e demais pesquisadores do Ensino de Ciências.

O capítulo 4 corresponde ao primeiro ciclo de prototipagem, em que dois produtos educacionais da investigação, a saber, quatro princípios de *design*, e o primeiro protótipo da SD, são validados, por meio do diálogo com as contribuições de professores da educação básica e pesquisadores do Ensino de Ciências. São apresentadas, ainda, as decisões para seu refinamento, a partir das quais se gerou um segundo protótipo.

Por fim, apresentamos nas considerações finais a síntese dos principais resultados da pesquisa, os aspectos globalizantes que contribuem para o campo do Ensino de Ciências e sobre as perspectivas futuras desta investigação.

CAPÍTULO I

Processo metodológico da pesquisa

1. 1. Abordagem teórico-metodológica de pesquisa em *Design* Educacional

O presente trabalho é conduzido por meio das diretrizes teórico-metodológicas da pesquisa de *Design* educacional. Segundo Plomp (2018), essa modalidade se trata da abordagem mais adequada para proposição de soluções baseadas em pesquisa para demandas reais e complexas advindas da prática educativa, bem como para desenvolver e/ou validar teorias de aprendizagem. A proposição de soluções por meio de processos de desenvolvimento ou de validação são os dois principais objetivos da *Design* educacional, e seja qual deles for o que tenha maior centralidade em um determinado trabalho orientado por essa modalidade de pesquisa, a investigação necessariamente se constituirá no “estudo sistemático do desenho, desenvolvimento e avaliação de intervenções educacionais” (Plomp, 2018, p. 25). O foco é que as intervenções produzidas sejam úteis na prática, como por exemplo, estratégias e materiais didáticos, diretrizes para o trabalho docente, currículos, cursos e, inclusive, políticas educacionais. Na utilização desses produtos se deve considerar as singularidades dos contextos nos quais as pesquisas que os geraram foram desenvolvidas, mas também é possível a reflexão sobre o que pode ser generalizável para o auxílio na resolução de outros problemas de outros contextos (Matta; Silva; Boaventura, 2014).

A depender de qual dos dois objetivos citados anteriormente seja adotado como principal em um estudo, a pesquisa em *Design* Educacional pode ser distinguida em estudos de desenvolvimento e estudos de validação. Os estudos de validação têm o intuito de desenvolver intervenções educacionais a fim de validar teorias sobre processos de aprendizagem. Os estudos de desenvolvimento, por sua vez, buscam oferecer soluções para problemas complexos, assim como contribuir com o conhecimento sobre as características para desenhar e desenvolver essas soluções (Plomp, 2018). Dessa forma, pode-se dizer que esse tipo de estudo possui um produto bipartite, intervenções de alta qualidade para resolver os problemas da prática educativa e um conjunto de princípios de *design* que contribuem com a teoria educacional (Nieveen; Folmer, 2018).

Segundo Plomp (2018), é importante a distinção conceitual entre esses dois tipos de estudos, mas os pesquisadores podem integrá-los em suas práticas. O presente trabalho pode ser considerado sobretudo um estudo de desenvolvimento por buscar soluções possíveis para

a demanda de orientações pedagógicas e materiais didáticos disponíveis que contribuam: (1) para a implementação das leis 10639/03 e 11645/08 nos currículos de biologia para promoção de uma educação antirracista (Dias; Sánchez-Arteaga, 2022; Verrangia, 2014; 2022), e (2) para a superação do determinismo genético na abordagem dos conteúdos de genética (Carver, *et al.*, 2017; Gericke, *et al.*, 2017; Prochaska; Franzolin, 2018) a partir de uma perspectiva pluralista do conceito de herança biológica, que considere a importância de outros fatores causais, como os ambientais e epigenéticos (Althoff, 2020; Reis, 2018). O percurso para tanto, de acordo com as diretrizes da *Design* Educacional, consiste no esforço pela “produção de uma série de princípios de *design* de inovações educacionais, amplamente aplicáveis e que possam informar futuros desenvolvimentos e decisões em ações pedagógicas” (Sepulveda *et al.*, 2016, p. 74).

Os princípios de *design*, também denominados de ‘novas teorias’, são, como já mencionado, um dos produtos da pesquisa de *Design* Educacional. Eles se apresentam na forma de proposições heurísticas e surgem do desafio inerente a esta abordagem de pesquisa em capturar e enunciar as tomadas de decisões implícitas relacionadas ao processo de planejar e elaborar intervenções e de estabelecê-las como diretrizes para a atuação frente aos problemas educacionais (Plomp, 2018). Os princípios de *design* podem ter duas naturezas, procedimental e substantiva. A primeira diz respeito ao conjunto de atividades assumidas como as mais apropriadas no desenvolvimento das intervenções, e a segunda trata das características essenciais da própria intervenção (Plomp, 2018). Além disso, os princípios oferecem *insights* para o propósito da intervenção, condições para a sua implementação e argumentos (teóricos ou empíricos) para as características substantivas e procedimentais (Nieveen; Folmer, 2018). Segundo Van den Akker (1999, p. 9. *apud* Sarmento, 2016, p. 121), os princípios de *design* podem ser sistematizados da seguinte forma:

Se você deseja construir uma intervenção X para o propósito/função Y em um contexto Z, então é aconselhável prover esta intervenção das características A, B e C [ênfase substantiva], e a fazer isso por meio dos procedimentos K, L e M [ênfase procedimental], em razão dos argumentos P, Q e R

No presente estudo, é utilizada a fórmula supracitada adaptada por Sarmento (2016, p. 121) para enunciar os princípios de *design*:

Se você deseja construir uma intervenção X para o propósito/função Y em um contexto Z, é aconselhável
(1) Adotar a característica A, para o propósito/função y1, realizando o procedimento K, em razão do argumento P.

- (2) Adotar a característica B, para o propósito/função y2, realizando o procedimento L, em razão do argumento Q.
- (3) Adotar a característica C, para o propósito/função y3, realizando o procedimento M, em razão do argumento R.
- (...)

É importante destacar que esses princípios heurísticos têm o propósito de orientar os pesquisadores e professores em suas atividades de seleção e aplicação do conhecimento mais adequado para desenhar e implementar uma intervenção, mas não necessariamente garantem sucesso. No entanto, os princípios de *design* se tornam mais robustos à medida que são validados em diferentes contextos e consequentemente são refinados (Plomp, 2018). A esse respeito, Sarmiento e colaboradores (2013) discutem que a expectativa da pesquisa de *Design* Educacional é a produção de generalizações decorrentes do entendimento teórico dos princípios de *design* e do planejamento da intervenção educacional, por exemplo do planejamento da SD e não a SD por si mesma. Essas generalizações podem ser pensadas como ‘generalizações situadas’, em que os conhecimentos produzidos em um dado contexto podem ser evidências transferíveis para outros “conquanto haja conexão e similaridade visíveis entre a situação em que a pesquisa foi realizada e as situações em que outros professores trabalham” (Sarmiento *et al.*, 2013, p. 578).

As inovações educacionais, objetos dos estudos de desenvolvimento da pesquisa de *Design* Educacional, podem ser entendidas como processos de construção, recontextualização e compartilhamento de novidades de forma deliberada, sistemática e colaborativa, visando desenvolver o potencial dos atores da comunidade escolar em termos intelectuais, pessoais e sociais (Sousa; Muniz; Sarmiento, 2016). A busca pelas características necessárias às inovações em um dado contexto é um problema central nos estudos de desenvolvimento, portanto, segundo Plomp (2018), a pergunta de pesquisa desses estudos deve ser explicitada da seguinte forma: “Quais as características de uma <intervenção X> com o resultado/propósito Y no contexto Z?” (Plomp, 2018, p. 43). Transpondo essa formulação para o presente trabalho, delimitamos a seguinte pergunta de pesquisa:

“Quais características uma SD, baseada em uma questão sociocientífica envolvendo raça, saúde e epigenética, deve ter para promover uma educação antirracista e a compreensão do conceito de herança biológica a partir de uma perspectiva pluralista no contexto do ensino médio de biologia?”

Segundo Plomp (2018), a propriedade compartilhada entre a pesquisa de *Design* Educacional e a elaboração de projetos educacionais é que ambos os processos são cíclicos, envolvendo análise, delineamento, avaliação e revisão de forma repetida até que um

equilíbrio entre as expectativas e o que foi realizado seja alcançado. Porém, tratando-se da pesquisa de *Design*, o que a distingue de projetos, é que cada iteração é considerada um microciclo de pesquisa, que inclui análise, reflexão sistemática e documentação do *status* da intervenção com o objetivo de validar os princípios de *design* e propor novos princípios, desenvolvendo e estabelecendo uma teoria bem fundamentada que contribua para o *corpus* do conhecimento científico (Plomp, 2018; Sarmiento, 2016).

Segundo Plomp (2018), no caso dos estudos de desenvolvimento, é uma unanimidade entre os autores que abordam essa metodologia que o processo de pesquisa deve se organizar em três fases: pesquisa preliminar, fase prototípica e fase de avaliação. Essas fases podem ser descritas da seguinte maneira:

1) pesquisa preliminar: há a necessidade de análise de um determinado contexto e mobilização da literatura disponível para construção de um quadro conceitual que oriente o estudo (Sepulveda *et al.*, 2016). O conhecimento da experiência docente também desempenha um papel fundamental nessa fase, os quais junto ao quadro conceitual servirão de base para o estabelecimento inicial dos princípios de *design* que subsidiarão a construção da intervenção educacional (Sarmiento, 2016). No presente trabalho, a fase de pesquisa preliminar envolve a construção do quadro conceitual que apresentamos nos dois capítulos que se seguem a este e que fundamentam a proposição dos princípios de *design* junto à troca de saberes com a docente colaboradora. O segundo capítulo traz discussões gerais sobre as controvérsias envolvendo saúde e raça na ciência e na sociedade, e o terceiro capítulo busca dialogar com a literatura do Ensino de Ciências sobre o potencial da abordagem dessas controvérsias nas salas de aula para o alcance dos objetivos educacionais apostados.

2) fase de prototipagem: se constitui em vários ciclos de investigação, em que protótipos são construídos, testados e avaliados visando o aperfeiçoamento da intervenção e dos princípios (Plomp, 2018; Sepulveda *et al.*, 2016). A avaliação formativa é a atividade de pesquisa mais importante dessa fase (Plomp, 2018), na qual há reflexões sobre os resultados parciais de cada ciclo (Sarmiento, 2016) que orientarão o aperfeiçoamento dos dois produtos da pesquisa de *design*, o protótipo em desenvolvimento e o conjunto de princípios de *design* (Nieveen; Folmer, 2018). A avaliação formativa pode ocorrer de diversas formas, como revisão por especialistas, grupo focal, auto-avaliação e teste de campo (Plomp, 2018). De acordo com Sepulveda e colaboradores (2016), a cada ciclo de investigação, o número de participantes da pesquisa (professores e estudantes) deve aumentar. O presente estudo envolve apenas um ciclo de prototipagem, no qual o primeiro protótipo construído foi

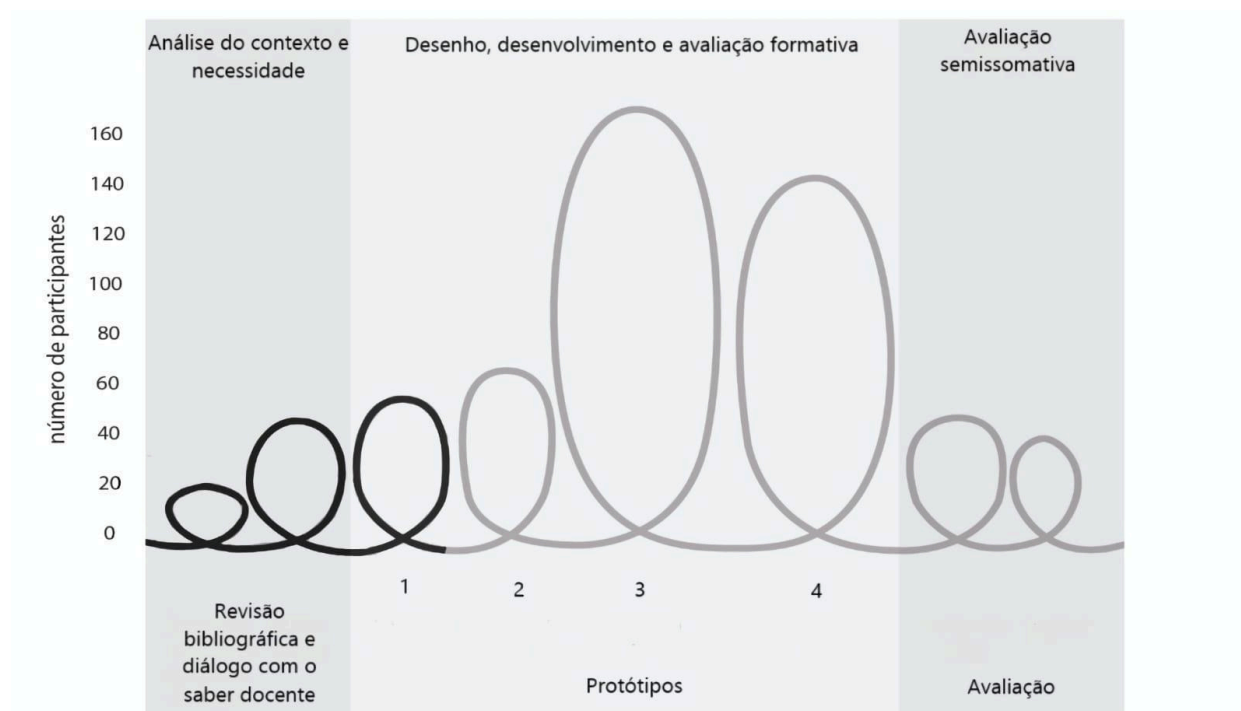
avaliado por profissionais da educação científica (revisão por especialistas), gerando um segundo protótipo.

3) fase de avaliação semissomativa: A avaliação realizada nesta fase da pesquisa de *Design* busca chegar à conclusão se a intervenção está de acordo com as expectativas estabelecidas depois de feitas diversas iterações na fase de prototipagem. Nessa fase também há recomendações e diretrizes gerais para a melhor maneira de implementar a intervenção e os princípios de *design* podem se tornar produtos teóricos generalizáveis (Plomp, 2018; Sarmiento, 2016; Sepulveda *et al.*, 2016). A avaliação semissomativa só acontece depois que a intervenção tenha sido desenvolvida em uma extensão a qual garanta que seja possível inferir sua real efetividade. Nesse sentido, os pesquisadores devem apresentar evidências suficientes da qualidade da intervenção com base nas avaliações formativas realizadas na fase de prototipagem (Nieveen; Folmer, 2018).

Uma característica marcante das pesquisas em *design* é a colaboração, em que todos os envolvidos, pesquisadores e professores colaboradores, devem ser considerados como parte da equipe de pesquisa, atuando na identificação de deficiências e na construção de soluções (Matta; Silva; Boaventura, 2014). Segundo Matta, Silva e Boaventura (2014), não há uma previsão de quando uma pesquisa de *design* educacional deve acabar, devido em grande parte ao seu objetivo de buscar sempre o aperfeiçoamento de soluções práticas de qualidade. Portanto, a iteração é outra característica importante, em que os resultados de uma etapa dão início a outra etapa de refinamento e melhorias. De acordo com Barbosa e Oliveira (2015), o tempo é o principal desafio para a condução desse tipo de pesquisa, visto que nem sempre há tempo e recursos disponíveis para que se chegue à fase de avaliação semissomativa, por isso há vários estudos restritos a um ou poucos ciclos de prototipagem. Na presente pesquisa, como é investigado apenas um ciclo da intervenção, dentro dos limites de uma pesquisa de mestrado, obviamente a fase de avaliação semissomativa não é contemplada e a avaliação realizada foi somente de caráter formativo². A figura 1 representa a natureza iterativa e sequencial da pesquisa de *Design* Educacional, bem como suas três fases.

² Segundo Nieveen e Folmer (2018) a diferença entre a avaliação formativa e a semissomativa é de que a função da avaliação formativa é o aperfeiçoamento com base na identificação das deficiências e na construção de sugestões para o aumento da qualidade da intervenção e dos princípios de *design*. Enquanto a avaliação semissomativa busca “provar” por meio de evidências a efetividade da intervenção.

Figura 1: Processo cíclico da pesquisa de *Design* Educacional. Na imagem estão destacadas as etapas metodológicas que estão contempladas no presente trabalho.

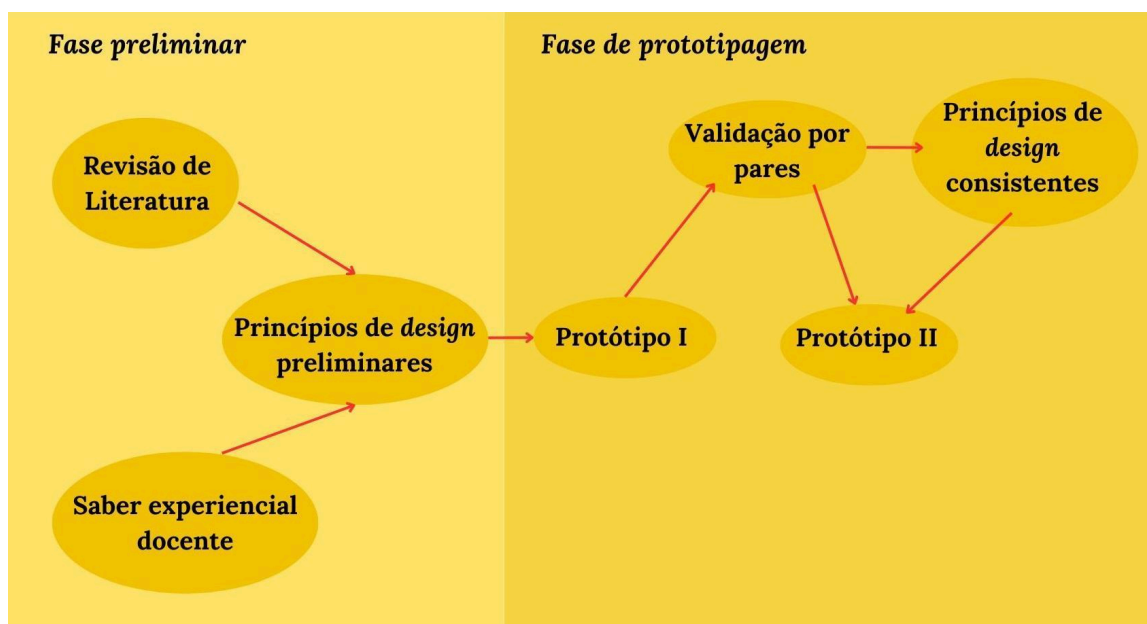


Fonte: Adaptado de Plomp (2018)

1. 2. Delineamento da pesquisa e aspectos éticos

Como já apresentamos na seção anterior, as etapas do presente trabalho envolvem a fase de pesquisa preliminar e um ciclo da fase de prototipagem da pesquisa de *Design* Educacional, o esquema da figura 2 ilustra o delineamento da pesquisa.

Figura 2: Etapas da presente pesquisa delineadas com base nas fases preliminar e de prototipagem da pesquisa em design educacional



Fonte: Elaborado pelo autor.

No primeiro estágio, foi feita uma revisão de literatura narrativa a fim de fundamentar teoricamente a pesquisa. A revisão narrativa se enquadra como uma pesquisa qualitativa e busca discutir de maneira geral o ‘estado da arte’ de um determinado assunto sob um ponto de vista contextual ou teórico, mas não necessariamente apresenta um procedimento delimitado que possibilite a reprodução de dados nem estabelece conclusões precisas para perguntas específicas (Rother, 2007).

Tendo em vista a necessidade da construção de um arcabouço conceitual consistente que deve fundamentar e orientar uma investigação em *Design Educacional* (Sarmiento, 2016), foi realizada uma revisão narrativa para atender a dois objetivos. O primeiro deles foi de se obter uma perspectiva global dos pontos de vista histórico, epistemológico e sociopolítico a respeito da relação entre saúde, raça e herança no âmbito das ciências biológicas e das controvérsias geradas no debate público no tocante a essa relação, o que é discutido no capítulo 2 desta dissertação. O segundo objetivo atendido pela revisão foi identificar quais das diversas implicações do tema poderiam ser implementadas no Ensino de Biologia, tendo em vista a expectativa educacional da pesquisa de propor um produto educacional que possibilite o desenvolvimento de uma educação antirracista na abordagem de conteúdos de genética. Para tanto, o capítulo 3 mobiliza, como suporte teórico do campo educacional, a abordagem de QSC no Ensino de Ciências no contexto da Educação CTSA, os compromissos

apontados para o ensino de herança biológica menos determinista genético, as diretrizes da Educação das Relações Étnico-Raciais e a Educação em Saúde. Dessa forma, embora o quadro teórico da pesquisa esteja organizado em diferentes capítulos com enfoques em referenciais específicos, buscou-se estabelecer interfaces entre eles para propor uma síntese integrativa concretizada nos produtos educacionais da pesquisa, da forma como é proposto por Conrado (2017) para o desenvolvimento de inovações na Educação Científica. Segundo a autora, por meio de novas articulações entre elementos advindos de diferentes abordagens teóricas existentes que contemplam um assunto, uma síntese nova pode ser elaborada. Por essa razão, essa forma de proceder com a investigação teórica se apresenta pertinente para dar suporte ao desenvolvimento da proposta educativa inovadora sobre raça, saúde e herança empreendida nesta pesquisa, visto que os seus aportes necessários se encontram na literatura, mas de uma forma que pouco dialogam entre si.

Embora esta pesquisa não seja a rigor colaborativa³, na fase de pesquisa preliminar, a reflexão sobre as reais necessidades e dificuldades do contexto de ensino por meio do diálogo com os saberes experienciais da prática docente com a professora colaboradora foram essenciais, não só nessa fase de construção do embasamento necessário para o prosseguimento da investigação, mas também para diversas tomadas de decisão no que concerne ao desenho da sequência didática e à geração do seu segundo protótipo após a análise dos resultados do processo de validação.

Os saberes experienciais docentes são exigidos pela abordagem de pesquisa em *Design Educacional*, que é considerada uma pesquisa situada na prática e que busca soluções para problemas reais do contexto educativo (Sepulveda *et al.*, 2016), porque justamente esses saberes são oriundos das vivências adquiridas pelos professores. Os professores na sua prática, reavaliam os currículos e prescrições oficiais na consideração daquilo que realmente for aproveitável e significativo na realidade em que atuam, ou seja, os professores possuem um saber-fazer (Bezerra, 2017). De acordo com Borges e Tardif (2001) é necessária a consideração de que os professores são ‘práticos reflexivos’, produzindo saberes específicos referentes ao seu trabalho docente por meio da reflexão de si mesmos e de suas práticas.

A professora colaboradora na presente pesquisa é uma mulher negra que atua como docente de biologia e de outras disciplinas das ciências biológicas nos cursos técnicos em

³ A pesquisa colaborativa configura-se pela participação e decisão coletiva (dos membros de grupos de pesquisa, pesquisadores da universidade e professores da educação básica) em todas as etapas da pesquisa. Incluindo delimitação da pergunta de pesquisa, construção do referencial teórico, escolha da abordagem metodológica, coleta e análise de dados e escrita (Almeida, 2014). Neste trabalho, essas etapas foram definidas e desempenhadas apenas pelo mestrando e sua orientadora.

saúde do Centro Estadual de Educação Profissional em Saúde do Centro Baiano em Feira de Santana-BA (CEEP-Saúde). Licenciada em Ciências Biológicas pela UEFS, possui mestrado e doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC - UFBA/UEFS) e integra o grupo de pesquisa Caburé - Ciência, Sociedade e Educação.

Além da troca de saberes com a docente que trabalha no contexto específico em que se pretendia implementar a SD, houve outros processos de colaboração com outros atores do campo educacional durante a fase de pesquisa preliminar. As reuniões com o grupo de pesquisa Caburé, por exemplo, proporcionaram o diálogo com as experiências de outros professores da educação básica e com outras pesquisas educacionais em desenvolvimento ou concluídas, situadas no contexto de sala de aula e com características e propósitos similares a este projeto. O resultado desse processo conjunto de pesquisa bibliográfica e de diálogo com os saberes da prática na fase preliminar foi o estabelecimento do primeiro conjunto de princípios de *design* que orientaram o desenho colaborativo da SD⁴.

Nieveen e Folmer (2018) recomendam a participação de avaliadores externos na validação dos produtos da pesquisa de *Design* Educacional para garantir maior rigor científico, diante de uma possível postura de inflexibilidade à adaptação ou mudança que o pesquisador ou grupo de pesquisa podem apresentar frente ao reconhecimento do esforço despendido para desenhar a proposta. Nesse sentido, neste trabalho consideramos a validação do primeiro protótipo da SD por professores e pesquisadores convidados como o primeiro ciclo da fase de prototipagem para que pudéssemos acrescentar, retirar ou refinar elementos que fossem necessários para uma maior efetividade da nossa proposta em sala de aula. Segundo Paiva (2019), a validação qualitativa é uma etapa relevante nas pesquisas em educação para a análise do potencial dos instrumentos de ensino e a não realização desse processo pode comprometer o prosseguimento da pesquisa e a sua qualidade. Para proceder com a validação, Plomp (2018) sugere a análise da congruência das ações didáticas com os propósitos de ensino e/ou objetivos de aprendizagem.

Foi convidado um grupo de 44 profissionais, entre eles professores e pesquisadores, de várias instituições do país para avaliar a viabilidade da proposta e o grau de coerência entre as atividades didáticas planejadas com os propósitos educacionais dos princípios de *design* e os objetivos de aprendizagem estabelecidos. Os requisitos para selecionar os

⁴ Segundo Barbosa e Oliveira (2015), o delineamento (ou desenho) diz respeito à construção do produto educacional da pesquisa de *design* em sua primeira versão, enquanto o desenvolvimento consiste no seu refinamento contínuo por meio de avaliação sistemática na fase de prototipagem.

participantes foram que estes fossem licenciados em biologia, atuantes na educação básica e/ou pesquisadores da área do Ensino de Ciências, de modo especial aqueles que investigam um ou mais dos seguintes temas: questões sociocientíficas; educação das relações étnico-raciais no ensino de ciências; ensino de genética; e educação em saúde. Andrade e colaboradores (2016) ressaltam a necessidade desses dois grupos de profissionais, professores da educação básica e pesquisadores, na validação de propostas de ensino, visto que o conhecimento de ambos possui valores essenciais que quando considerados de forma dialógica contribuem para a otimização do campo teórico e da prática do Ensino de Ciências.

Devido aos cuidados éticos nas pesquisas com seres humanos, todos os participantes do processo de validação foram esclarecidos a respeito do objetivo da pesquisa, da característica da participação anônima e voluntária, e de como os dados da pesquisa seriam registrados e armazenados e todas as outras implicações éticas. Essas informações, entre outros meios, foram fornecidas no Termo de Consentimento Livre e Esclarecidos (TCLE, Apêndice A). Esta pesquisa de mestrado se configura em um subprojeto de um projeto de pesquisa mais abrangente, intitulado “Investigação Colaborativa sobre Materiais Curriculares Educativos para as Relações Étnico-Raciais Baseados na História do Racismo Científico” (Universal/CNPq, processo nº 409713/2016-3), o qual foi apreciado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Feira de Santana (CAAE 09322719.5.0000.0053). Portanto, o projeto desta pesquisa de mestrado adotou os mesmos procedimentos metodológicos, bem como os mesmos princípios de conduta, que foram adotados com base nos parâmetros éticos do referido projeto maior que ampara esta investigação.

Os convites para a validação qualitativa foram enviados para o e-mail de cada um dos avaliadores, os quais receberam o TCLE e o instrumento de validação (Apêndice B). O instrumento de validação foi estruturado da seguinte maneira: a) apresentação do tema e contextualização do objeto da pesquisa; b) formulário com questões relativas aos títulos e experiências acadêmicas e profissionais dos avaliadores; c) quadro de avaliação da SD, com os momentos pedagógicos, duração e os respectivos propósitos educacionais e objetivos de aprendizagem.

A solicitação era que os avaliadores respondessem para cada um dos momentos pedagógicos apenas uma das seguintes alternativas: atende completamente; atende parcialmente; não atende. Foi solicitado também que eles contribuíssem com comentários, justificativas, críticas e sugestões, o que consideramos na avaliação dos resultados do processo de validação para a geração do segundo protótipo da SD.

CAPÍTULO II

Raça e saúde na ciência e na sociedade: as controvérsias desde os embates entre as abordagens do determinismo genético e sobre determinantes sociais à proposta de uma síntese biossocial pela epigenética

2. 1. Raça como determinante social de saúde

Raça é uma ideia construída a partir de relações de poder e dominação e está presente no imaginário coletivo da sociedade. No Brasil, os indivíduos são diferenciados racialmente de acordo com a cor da pele e a partir disso há a propagação do racismo (Munanga, 2004). Dessa forma, de acordo com Almeida (2019), com base na raça, há a reprodução sistêmica de opressões raciais as quais permeiam diferentes esferas, seja a política, econômica ou jurídica de sociedades que são historicamente construídas sobre a exploração e subjugação de corpos racializados, desde o período da escravização colonial. Tais sociedades estão alicerçadas em uma base que mantém o racismo como um de seus componentes orgânicos (Almeida, 2019). O racismo, longe de ser apenas uma ideologia, é materializado pelas instituições e atua como fator determinante na produção e manutenção de desigualdades e hierarquizações em saúde, experimentadas por pessoas negras ao longo de suas vidas. Os estudos epidemiológicos que se utilizam de dados que informam raça demonstram o fato de que os negros apresentam os piores indicadores sociais e de saúde na população brasileira (Werneck, 2016).

Segundo Sueli Carneiro (2023), a dinâmica social do racismo determina de forma diferencial os processos de estar saudável, de adoecer e de morrer entre a branquitude e a negritude, exercendo o papel de deixar morrer e deixar viver. E mais do que isso, o racismo legitima o direito de matar, “que será exercido pelo Estado por ação ou omissão, de forma direta ou indireta” (Carneiro, 2023, p. 66). Das inúmeras situações desvantajosas que acometem a população negra, a sua vulnerabilidade em saúde é mais uma das condições que manifesta o racismo da sociedade brasileira como política que intenciona a inviabilização da vida de pessoas negras.

Abordagens de saúde abrangentes enfatizam a influência da posição socioeconômica na saúde, sendo esta considerada fator multidimensional, que envolve, além de recursos materiais, poder e prestígio, os quais garantem acesso aos melhores serviços de saúde, privilégios na exposição ambiental diferencial e o favorecimento a hábitos de vida mais benéficos (Lacerda *et al.*, 2012). É importante destacar que, no Brasil, os afrodescendentes possuem menor renda e menos oportunidades, pois nesse contexto há a sobredeterminação de

raça e classe social devido ao processo histórico de formação do Estado brasileiro contemporâneo (Almeida, 2019). De acordo com Cida Bento (2022), a preferência de que sejam as pessoas brancas que ocupem os espaços de poder das instituições favorece a precarização da condição de vida da população negra, provocando desemprego e subemprego, altos índices de evasão escolar e de vítimas negras da violência (Bento, 2022).

Como apontado por Souza (2015), os ambientes de trabalho, moradia, lazer, mobilidade urbana e de várias outras atividades fundamentais para o proveito da vida humana nas sociedades não são os mesmos para todo e qualquer indivíduo, mas, ao contrário, são ambientes segregados racialmente pela tecnologia do racismo ambiental. O racismo ambiental, ao privilegiar grupos hegemônicos, torna os espaços insustentáveis para outras populações, principalmente as não brancas, subtraindo delas bens e recursos, como água potável, áreas abertas, inviabilizando a disponibilidade de comida saudável e as deixando mais expostas a riscos ambientais, sejam eles naturais ou produzidos pelo homem. Como discutido por Abdias Nascimento (2016), o negro brasileiro vive nos ambientes mais inóspitos, dado o círculo vicioso de discriminação no qual vive, que o impossibilita de acessar educação, trabalho e consequentemente moradias melhores, portanto, segundo o intelectual negro, há de fato e sempre houve segregação racial no Brasil, bastante perigosa por ser mascarada pela suposta existência de uma democracia racial, mas que possui efeitos tão funestos quanto o regime do *apartheid* ocorrido na África do Sul (Nascimento, 2016).

A vulnerabilidade em saúde pode ser entendida como um indicador de desigualdade social em que os agravos de saúde são resultantes de contextos e condições individuais ou coletivas que repercutem em maior suscetibilidade a problemas, danos na saúde e morte (Bertolozzi *et al.*, 2009). Segundo Akotirene (2023), o contexto racista de inobservância do bem-estar biológico, psicológico, social, ambiental e espiritual da população negra a torna mais vulnerável aos riscos de saúde.

A Comissão de Determinantes Sociais em Saúde (CDS) da Organização Mundial da Saúde (OMS), ao conceber a ideia de determinantes de saúde acima do nível de hábitos de vida e comportamento individual e assumir níveis estruturais, apresentou em 2005 o conceito de determinantes sociais de saúde como processos complexos que atuam na produção de iniquidades em saúde. Entre os fatores estruturais que produzem hierarquizações sociais associadas a vulnerabilidades em saúde propostos por essa comissão são destacados o racismo e o sexismo (Werneck, 2016).

Em manifestações coletivas de doenças, percebe-se que a incidência e gravidade das mesmas não ocorre de maneira proporcional entre os diferentes grupos raciais. Na epidemia

de zika vírus, em meados da década de 2010, a população entrou em pânico quando filhos de mães infectadas durante a gravidez começaram a nascer com microcefalia. O governo declarou estado de emergência de saúde pública, embora não tenha sido levado em conta que a maioria das mulheres que pariram filhos afetados era negra (Akotirene, 2019). A explicação para essa maior incidência é de que a pauperização, ausência de saneamento e mau atendimento público, gerados pelo racismo e sexismo, criam condições para que as mulheres negras estivessem mais vulneráveis ao contato com o vetor da doença (Akotirene, 2019). Como apontado por Ferreira e Camargo (2021), fato semelhante ocorreu durante o período mais crítico da pandemia de Covid-19, em que seu impacto afetou de maneira distinta os diferentes grupos sociais. No Brasil, as pessoas negras apresentaram maiores chances de internação e morte por Covid-19 em relação às pessoas brancas, devido à impossibilidade de isolamento social, adensamento domiciliar, prevalência de condições de saúde que acentuam o desenvolvimento de casos graves, como hipertensão, e a dificuldade de acesso aos serviços de saúde (Ferreira; Camargo, 2021).

Os dados epidemiológicos brasileiros têm evidenciado iniquidades raciais em uma série de desfechos de saúde (Chor; Lima, 2005). De acordo com o boletim epidemiológico de saúde da população negra do Ministério da Saúde do Brasil (Brasil, 2023a), a população negra representa o grupo com maior proporção de óbitos por doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Além disso, apresenta a maior taxa de mortalidade materna por hipertensão e a maior proporção de nascidos vivos com baixo peso de nascimento⁵ (Brasil, 2023a).

As DCNT, a exemplo das doenças cardiovasculares, doenças respiratórias, diabetes e câncer, atualmente são as principais causas de morbimortalidade na população e se constituem como o maior problema de saúde pública do Brasil (Brasil, 2023a). São resultantes de múltiplos fatores, como as desigualdades sociais, alimentação inadequada e inatividade física, e se caracterizam por sua persistência ao longo da vida (Carmo *et al.*, 2021). De acordo com a literatura especializada, é necessário destacar que essas doenças ocorrem na população geral, porém apresentam maior impacto nos indivíduos da raça/cor preta e parda⁶ (Brasil, 2023a).

Ao tratar de doenças crônicas, torna-se necessário destacar a importância da saúde alimentar. A dieta possui um papel fundamental na gênese dessas doenças, por exemplo, o

⁵ São considerados recém-nascidos com baixo peso de nascimento os nascidos com menos de 2.500 gramas (Brasil, 2023a). Como será discutido adiante neste capítulo, algumas abordagens têm associado o peso baixo de nascimento ao maior risco de desenvolvimento de doenças crônicas na vida adulta.

⁶ Segundo o IBGE, pretos e pardos são a população negra do Brasil.

consumo de alimentos não saudáveis tem sido classificado como um dos hábitos preditores de tais enfermidades (Azevedo *et al.*, 2014). Silva e Santos (2022), na análise dessa questão, utilizam o conceito de nutricídio, proposto por Llaila Afrika, para discutir os impactos do racismo no estado nutricional da população negra. Segundo esses autores, o nutricídio corresponde a uma espécie de genocídio alimentar, no qual o extermínio de determinados grupos de pessoas não se dá de maneira direta, mas por meio da criação de condições para que essas pessoas morram, por exemplo, por meio do consumo excessivo de alimentos industrializados, ricos em açúcar, sódio e gordura (Silva; Santos, 2022).

Em concordância, Akotirene (2023) defende que a insegurança alimentar e a sujeição da população pobre e negra à indústria de alimentos processados, ultraprocessados e de péssima qualidade é mais uma das múltiplas consequências do colonialismo, que também se manifesta na dimensão nutricional. Segundo Silva e Santos (2022), a carência de recursos frequentemente torna o consumo de alimentos não saudáveis a alternativa mais viável, já que são encontrados com maior facilidade, são mais baratos, têm uma maior durabilidade e exigem menor tempo de cozimento.

Os resultados desse contexto são refletidos nos índices elevados de sobrepeso e obesidade em indivíduos da raça negra. A obesidade tem crescido no mundo e não é restrita a determinados grupos sociais, mas há de se destacar que tem sido notificada em várias investigações a sua maior frequência em populações desfavorecidas por critérios de raça (Oraka *et al.*, 2020; Pinheiro *et al.*, 2023). As desigualdades sociais, lobismo da indústria de alimentos e sua interferência na política são fatores que devem ser levados em consideração para uma compreensão crítica do fenômeno do aumento da obesidade (Althoff, 2020), além do entendimento de que o racismo é uma das razões que dificultam o acesso a uma alimentação saudável e expõe determinados grupos mais facilmente a ambientes obesogênicos (Pinheiro *et al.*, 2023). Medidas de saúde pública para a mitigação da obesidade são fundamentais, pelo fato de que se trata de uma condição de saúde que é fator de risco para outros agravos, como dislipidemias, doenças do aparelho circulatório, diabetes *mellitus* do tipo 2 e alguns tipos de câncer (Oraka, *et al.*, 2020).

As DCNT são as responsáveis por até 70% das mortes em adultos no Brasil, índice que pode ser atribuído ao processo de transição epidemiológica, caracterizado pelo aumento de doenças crônicas e redução das doenças infecciosas, devido às mudanças ocorridas na sociedade e nos hábitos de vida das pessoas (Azevedo *et al.*, 2014). Porém, não se deve perder de vista a persistência das chamadas doenças negligenciadas nas populações marginalizadas, como malária, tuberculose e leishmaniose tegumentar, as quais, junto com as

infecções sexualmente transmissíveis (IST), continuam a se apresentar com um risco aumentado para a população negra (Brasil, 2023b).

Embora a epidemiologia, enquanto uma disciplina científica populacional, se utilize de abordagens quantitativas para produzir conhecimento e estabelecer previsões (Barata, 2005), Lopes (2005) discute que os estudos sobre iniquidades na saúde deve ir além da comparação de dados estatísticos, pois os efeitos socioambientais do racismo nos seus grupos alvo nem sempre são explícitos e quantificáveis, devendo haver a integração às abordagens qualitativas que considerem os fatores históricos, sociopolíticos, econômicos e culturais que contribuem para as desigualdades entre os grupos sociais. Nesse sentido, os movimentos sociais negros possuem um destaque porque se utilizam da epidemiologia para denunciar as injustiças em saúde, contextualizando-a com a complexa dinâmica do racismo na sociedade brasileira e produzindo saberes importantes sobre raça, saúde e da relação existente entre ambas, tal como é discuto na seção seguinte.

2. 2. Movimentos sociais negros e a trajetória de ações antirracistas na saúde

Frente às condições de desigualdades em saúde discutidas, é importante destacar o papel dos movimentos negros brasileiros, fundamentais na denúncia de que o racismo tem influência nos agravos de saúde (Ferreira, 2016). É indubitável que esses movimentos tiveram um papel ativo na construção de saberes (Léo-Neto; Fernandes, 2022) que embasaram a consolidação de políticas para equidade étnico-racial⁷ na saúde. De acordo com Carneiro (2023), o objeto ‘saúde da população negra’ consiste em campo teórico e político que compreende que, para além de predisposições biológicas, as quais os modelos de saúde hegemônicos enfatizam insistentemente, as condições sociais são potencializadoras para inscrever pessoas negras num contexto de maior incidência e agravos de doenças. Segundo a autora, esse debate surge das lutas dos movimentos sociais negros pelo direito da população negra à saúde integral e posteriormente ganha espaço e respaldo nas pesquisas científicas da academia (Carneiro, 2023).

Por meio da análise do histórico do ativismo negro no campo da saúde, é percebido que as primeiras discussões aparecem nos anos 1970 e ganham força em todo final do século XX, baseadas em denúncias de desvantagens de saúde da população negra e de que a saúde

⁷ Segundo Gomes (2012), o emprego do termo étnico-racial para se referir à população negra, envolve tanto a dimensão cultural (ancestralidade, linguagem, religião, tradições) como os traços fenotípicos que consensualmente na sociedade são referências para identificar pessoas negras.

se trata de um direito fundamental que não é garantido pelos poderes públicos (Ferreira, 2016). O motivo catalisador para o início desses debates foram as denúncias por parte das feministas negras de que havia no Brasil uma política de esterilização em massa de mulheres negras (Damasco; Maio; Monteiro, 2012).

As estratégias fundamentais na trajetória do antirracismo na saúde foram, em primeiro lugar, a ressignificação da raça enquanto discurso e prática social a partir das experiências sociais das próprias pessoas negras, dando visibilidade à questão racial de modo a explicitar as imbricações entre desigualdades sociais e raciais e interpretando a raça como elemento propulsor e não como obstáculo para a construção de uma sociedade mais democrática (Gomes, 2012). Segundo as palavras de Domingues (2007, p. 102), a partir daí, a raça se tornou “um fator determinante de organização dos negros em torno de um projeto comum de ação”. Depois disso, a outra estratégia é o deslocamento de uma abordagem biologicista de saúde para uma abordagem social (Carneiro, 2023), uma vez que, segundo Scliar (2007), o entendimento de saúde não é estático e responde às demandas sociais, políticas e econômicas de cada contexto histórico e geográfico particular.

Com base nesses compromissos, a militância negra teve um papel destacado na organização de debates públicos pautados em uma abordagem antirreducionista da saúde e de uma visão menos fatalista genética a respeito do desenvolvimento de doenças na população negra (Carneiro, 2023). Mobilizações dessa natureza, apoiadas nos compromissos do Movimento da Reforma Sanitária⁸, contribuíram na elaboração do conceito ampliado de saúde, proposto na VIII Conferência Nacional de Saúde e que se constituiu como um grande marco para a saúde pública do Brasil (Ferreira, 2016), o qual propõe que

Em seu sentido mais abrangente, a saúde é a resultante das condições de alimentação, habitação, educação, renda, meio-ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, liberdade, acesso e posse da terra e acesso a serviços de saúde. É, assim, antes de tudo, o resultado das formas de organização social da produção, as quais podem gerar grandes desigualdades nos níveis de vida. A saúde não é um conceito abstrato, define-se no contexto histórico de determinada sociedade e num dado momento de seu desenvolvimento, devendo ser conquistada pela população em suas lutas cotidianas (Brasil, 1986, p. 4).

A luta dos movimentos sociais negros pela equidade étnico-racial em saúde junto a outros movimentos sociais contribuiu também para a criação do Sistema Único de Saúde

⁸ A reforma sanitária é um movimento que surgiu da crítica ao modelo de saúde vigente no período de redemocratização do Brasil, o qual levava a desigualdades de acesso aos serviços de saúde. O movimento reuniu diversas organizações sociais, com a participação de estudantes, pesquisadores, professores, profissionais de saúde e usuários que reivindicavam o direito à saúde com base no que esse próprio movimento entendia como tal e nas ações necessárias para se obtê-la por meio das responsabilidades do Estado (Ferreira, 2016).

(SUS) no processo de redemocratização do país e, posteriormente, pressionaram a criação e aprovação da Política Nacional de Saúde Integral da População Negra (PNSIPN), instituída por meio da Portaria n. 992 de 13 maio de 2009. A PNSIPN reconhece as desigualdades étnico-raciais e o racismo institucional como determinantes nas condições de iniquidades na saúde (Araújo; Teixeira, 2022; Brasil, 2016; Silva *et al.*, 2021; Werneck, 2016). Nesse percurso, vários eventos com a participação dos movimentos negros foram cruciais para a evidência de índices de saúde envolvendo raça e para as necessidades de políticas públicas de caráter afirmativo, como a Marcha Zumbi contra o Racismo, pela Cidadania e pela Vida em Brasília no ano de 1995 e a III Conferência Mundial de Combate ao Racismo, Discriminação Racial, Xenofobia e Formas Conexas de Intolerância, realizada em Durban, África do Sul em 2001 (Ferreira, 2016). Como afirmam Gonçalves e Silva (2000), sem esses atores políticos, o tema do racismo nunca teria sido pautado nas agendas políticas brasileiras de justiça e equidade.

Segundo Chehuen-Neto e colaboradores (2015), a PNSIPN surge como uma medida compensatória que tem por objetivo a tentativa de minimizar os impactos do racismo sofrido pela população negra ao longo da história brasileira, que, como em outros aspectos, incide também na saúde. Como política de reparação social, a PNSIPN busca garantir a equidade na promoção da saúde e na prevenção de doenças e agravos para a população negra, enfatizando aquelas de maior incidência, como o diabetes e as doenças falciformes (Chehuen-Neto *et al.*, 2015).

Para a efetivação dos princípios e diretrizes dessa política, é preciso um maior conhecimento dos elementos necessários para a realização de suas estratégias e a mensuração da sua aplicação nos serviços de saúde, para que, assim, haja uma avaliação dos impactos positivos decorrentes dessa política e da efetividade real das ações implementadas, tarefa que se constitui num grande desafio por ainda não ter gerado efeitos significativos, o que dificulta o pleno alcance dos objetivos da PNSIPN (Silva *et al.*, 2021; Werneck, 2016).

No âmbito dos serviços de saúde oferecidos pelo Estado, é preciso o reconhecimento de que, dada a vulnerabilização histórica de determinados grupos, o discurso e a prática da garantia de que todos terão acesso aos mesmos recursos, ao contrário de eliminar as injustiças, ajuda a mantê-las. Por isso, é preciso pautar ações específicas e direcionadas às particularidades dos diferentes grupos sociais. A defesa, contínua revisão e aperfeiçoamento de políticas públicas de saúde que superem as iniquidades raciais historicamente produzidas é um caminho para concretização da equidade, um dos princípios doutrinários do SUS. Por essa razão, é fundamental que as políticas do Estado levem de fato em consideração em suas

práticas os contextos específicos de cada grupo de usuários, com ações compensatórias aos alvos das opressões estruturais, para que assim se promova a equidade em saúde entre os diferentes segmentos que compõem a sociedade brasileira (Silva; Figueiredo, 2005).

Para além do discurso e pensando na efetividade desse ideal, Akotirene (2021) alerta que, mesmo que as instituições tenham como princípio promover a equidade, orientadas por compromissos antirracistas e antissexistas, elas podem realizar o contrário e praticar racismo e sexismo institucionais. Isso porque são as ações dos indivíduos autorizados pela instituição que materializam seus fundamentos. Servidores que desconhecem as propensões às quais pessoas negras estão sujeitas e são indiferentes aos efeitos do racismo na saúde reproduzem estereótipos e são incapazes de prestar atendimento adequado a usuários negros quando estes apresentam suas demandas particulares. Por esse motivo, a educação antirracista na formação de profissionais de saúde é uma medida concreta indispensável para que, na prática, a população negra tenha atendimento, diagnóstico e tratamento competentes (Akotirene, 2021). Acrescenta-se a isso a importância de uma formação antirracista para os professores que atuam nos cursos de preparação para profissionais de saúde.

Nos últimos anos, principalmente devido às ameaças e ataques que a democracia brasileira e os direitos conquistados pelo povo sofreram e têm sofrido, todo o acúmulo de saberes construídos pelos movimentos sociais negros na história do Brasil está sob forte ameaça (Gomes, 2020a). Por isso, se torna cada vez mais premente a compreensão e reivindicação da saúde como direito universal de cidadania e como política pública estratégica para o enfrentamento das remotas desigualdades raciais no Brasil que têm suas origens em um passado de escravização aqui estabelecido (Costa; Souto; Rizzotto, 2017).

2. 3. Uma breve contextualização histórica: patologização e inferiorização do corpo negro pelas práticas do racismo científico na biomedicina

A partir de agora se discute como os discursos e práticas da ciência estão envolvidos com as disputas em torno da questão da raça e da saúde. Ao analisar a imbricação do desenvolvimento da ciência moderna ocidental com o racismo, se compreende que a construção da ideia de inferioridade biológica de grupos não brancos esteve relacionada à história da biomedicina, nas suas explicações causais para os processos de saúde e doenças e nas intervenções dos Estados direcionadas a grupos étnico-raciais específicos. Observa-se na história, de forma mais marcante entre os séculos XVIII e XX, que as políticas de saúde que incorporaram raça tinham quase sempre o compromisso de marginalizar e inferiorizar a

população negra (Ferreira, 2016; Maio, 2010; Maio; Monteiro, 2010). Esse tipo de política de saúde racializada de cunho negativo não deve ser confundida com as políticas de ação afirmativa tais como as discutidas na seção anterior, que são reconhecidas positivamente como um meio legítimo para a superação das desigualdades de raça no Brasil (Maio, 2010).

É possível atribuir a maior recorrência de políticas racializadas negativas ao longo da história à influência do racismo científico, que é considerado o movimento de busca da categorização e hierarquização da variabilidade humana, a partir do qual se construíram práticas e discursos de discriminação e negação de direitos com base na raça (Sepulveda; Fadigas; Sánchez-Arteaga; 2022). Considera-se que o racismo científico teve seu auge no século XIX e influenciou diversos campos da ciência, entre eles a biomedicina. Diferentemente da forma como às vezes é qualificado, não se trata de uma pseudociência, mas de uma ciência que em determinados contextos contou com os esforços de cientistas que se debruçaram em pesquisas metódicas a fim de comprovar uma suposta hierarquização das raças humanas (Pinheiro, 2022). Como destacam Sepulveda, Fadigas e Sánchez-Arteaga (2022), o racismo científico não se esgota no século XIX, sendo possível identificá-lo nas narrativas e ações das ciências biomédicas contemporâneas, como na racialização de doenças e no racismo na assistência sanitária.

Além do racismo negligenciar a saúde das pessoas negras, historicamente houve uma tendência por parte da biomedicina em atribuir a uma suposta essência da raça negra a razão por serem os negros os mais acometidos por agravos de doenças para inferiorizá-los. Como será apresentado ao longo deste capítulo, a ideia de uma essência da raça que determina a saúde e a doença foi objeto de diversas disputas ao longo do tempo, pautadas ora em modelos de inatismo, ora de determinismo ambiental (Wade, 2017). É importante destacar que no contexto histórico brasileiro essa questão foi ainda mais dilemática entre a elite intelectual na época do “auge” do racismo científico (Maio, 2010).

A apresentação desses dissensos requer uma tarefa mais cuidadosa, o que não é o objetivo deste trabalho⁹. A breve digressão feita aqui tem por objetivo contextualizar de modo geral as ideias de essencialismo racial construídas desde o século XVIII e que no século XX, considerado por Keller (2005) o século do gene, foram associadas aos genes pelas atuais ideologias do determinismo e reducionismo genéticos (Dar-Nimrod; Heini, 2011),

⁹ Para uma análise apurada sobre raça, saúde e meio ambiente no contexto histórico brasileiro, consultar Maio (2010).

favorecendo a preservação do racismo ao dar novas roupagens a princípios que o justificam, como será mais bem discutido na seção seguinte¹⁰.

Segundo Farias (2023), o racismo é a crença na existência de raças e com o surgimento dessa ideia se estabelece uma hierarquização supostamente natural entre grupos humanos em uma escala que vai de uma raça superior a uma raça inferior. De acordo com Wade (2004), a concepção de raça é anterior ao tráfico transatlântico de escravizados, mas tal processo deu mais força a essa ideia. Segundo Gomes (2012), raça, no seu sentido moderno, serviu como a referência principal para as diferenças fenotípicas entre colonizadores e colonizados e já desde muito cedo foi tomada como critério para diferenciar supostos atributos biológicos entre esses grupos (Gomes, 2012).

Por meio da invenção da raça, a ciência construiu modelos explicativos para supostas diferenças morais e intelectuais entre grupos humanos, as quais estariam na essência constitutiva desses grupos e que poderiam ser inferidas por meio da correlação com características físicas. Por exemplo, no século XIX se tinha a prática da antropologia física, a qual estabelecia esse tipo de relação a partir de estudos sobre padrões craniométricos e frenológicos (Munanga, 2004). O grau de pigmentação da pele já havia passado a ser o principal critério para classificar as raças e, com o reforço desses estudos, se atribuiu à raça negra, inferioridade, estupidez, imoralidade, desonestidade e falta de inteligência. Por isso, segundo esses discursos, haveria justificativas para que os negros fossem sujeitos a toda forma de dominação (Munanga, 2004). Dessa forma, percebe-se então que a raça não só se consolidou como um conceito da ciência, mas foi forjada de forma confluyente como uma ideia, representação e classificação social à serviço das estratégias de dominação do poder colonial (Gomes, 2012).

A ideia de raça orientou a biomedicina nas teses de que a doença e “anormalidade” poderiam ser inferidas por meio de características encontradas no corpo e que a relação entre esses traços físicos e as manifestações de doenças era naturalmente herdada por indivíduos de uma determinada raça (Laguardia, 2007). Esse pressuposto fundamentou um campo de estudos denominado racismo sociomédico, segundo o qual os traços fenotípicos associados aos africanos ofereciam indícios biológicos de maior suscetibilidade a doenças, de modo a caracterizar o corpo negro como inerentemente doente e, portanto, inferior (Laguardia, 2007). De acordo com Hogarth (2019), há discursos médicos do século XVIII que afirmam que

¹⁰ O essencialismo racial genético consiste na crença de que uma suposta composição genética das raças é a base de suas características inerentes, imutáveis e essenciais. O essencialismo racial nem sempre se fundamentou em um entendimento genético da raça, até porque ele é mais antigo que a genética, mas a maioria dos essencialismos contemporâneos o fazem (Guevara *et al.*, 2023).

traços negróides, tais como lábios grossos e narizes achatados, são sinais de hanseníase. Portanto, a patologização do corpo negro consistia na busca de justificativas para explicar que os negros eram negros porque eram doentes.

Para Hogarth (2019), embora a ideologia da diferença biológica inata do corpo negro que o torna inferior ao corpo branco fosse utilizada por cientistas, médicos e escravocratas como defesa da escravização, tal crença não subsidia apenas os interesses desse contexto. Pelo contrário, ela se torna uma tradição na medicina e serve de premissa para uma série de atrocidades cometidas em episódios como: a negligência intencional para com a saúde de comunidades negras dos Estados Unidos (Hogarth, 2019) e do Brasil (Chalhoub, 2017) durante as epidemias dos séculos XVIII e XIX; nos experimentos médicos racistas e antiéticos durante todo o século XX, como os casos notáveis do experimento de sífilis não tratada em negros de Tuskegee entre os anos de 1932 e 1972 (Hogarth, 2019), e as pesquisas sobre câncer feitas com as células do colo do útero de Henrietta Lacks, sem o seu conhecimento e consentimento (Paiva, 2019).

Segundo Maio (2010), em meio à polifonia do pensamento da medicina social dos finais do século XIX e início do século XX sobre raça, miscigenação e saúde no Brasil, nota-se a presença marcante de propostas políticas que apregoavam que sanear a sociedade brasileira significava branquear. Para essas políticas, seria necessário o incentivo à imigração europeia, o zelo à saúde desses imigrantes brancos que seriam a nova mão de obra do país, enquanto se projetava a extinção da população negra e doentia, tida como obstáculo para o desenvolvimento da nação. No entanto, existiam no mesmo período outras propostas de políticas de saúde e de “melhoria da sociedade” por parte dos movimentos sanitaristas brasileiros, as quais consideravam a nutrição, a pobreza e os serviços de saúde pública como fatores de importância, se apresentando como alternativas às políticas de cunho essencialista e determinista presentes em grande força na eugenia da Europa e dos Estados Unidos¹¹ (Maio, 2010).

¹¹ De acordo com Souza (2022), embora nesse período a eugenia brasileira fosse centrada no sanitarismo, a questão racial obteve espaço privilegiado, em que, de forma estratégica, a elite intelectual brasileira refutou a tese de degeneração dos mestiços para defender a homogeneização da população por meio do branqueamento. Políticas aliadas ao discurso eugenista de que negros são um problema e de defesa do branqueamento podem ainda ser encontradas em episódios da história recente do Brasil, a exemplo da polêmica criada em volta do documento escrito pelo economista Benedito Pio da Silva do governo de Paulo Maluf em São Paulo no ano de 1982 (Damasco; Maio; Monteiro, 2012). No documento, de teor controlista, autoritário e racista, o economista se preocupa com uma possível ascensão dos negros no Brasil, a perda de poder e privilégio dos brancos e propõe, como estratégia, o controle reprodutivo da população negra, por meio, por exemplo, da esterilização (Damasco; Maio; Monteiro, 2012).

É importante que, diante da visualização do contexto histórico de inferiorização de pessoas negras, se recorde a importância de ideias dissonantes e contestadoras à visão dominante, como os estudos e discursos de intelectuais e médicos como Manuel Querino e Juliano Moreira, personalidades negras, que, no seu tempo, se impuseram com vozes e atitudes contrárias ao racismo científico que dominava no meio acadêmico (Dias, 2022b; Sepulveda; Fadigas; Sánchez-Arteaga, 2022).

Ainda nos primeiros decênios do século XX, havia uma convergência entre o estigma de saúde e o estigma de raça, em que se considerava que o “corpo negro” além de doente, também era transmissor de doenças (Nascimento, 2019). A racialização da doença falciforme¹² é um episódio notável no reforço dessa estereotipação e da estigmatização de pessoas negras tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos. Como discutem Cavalcanti e Maio (2011), o índice elevado da doença falciforme em pessoas negras, a ausência de um agente etiológico e a presença de uma modificação sanguínea reforçaram ainda mais a ideia da doença como natural do corpo negro. É importante destacar que a descoberta da doença falciforme e sua associação ao corpo negro se deu entre as décadas de 1910 e 1920, um período histórico em que se propunha que a hereditariedade era concebida como devida unicamente à combinação do sangue dos progenitores e em que se acreditava que o sangue era uma variável antropológica para diferenciar e classificar as raças. No âmbito desses estudos, as células falciformes passaram então a servir de marcadores de negritude e sua identificação em uma pessoa presumivelmente branca colocava em dúvida a pureza da sua raça (Cavalcanti; Maio, 2011).

Como discutem Sánchez-Arteaga e colaboradores (2015), episódios como esses da história recente da biomedicina tiveram consequências penosas para diversas comunidades humanas no mundo e necessitam ser recordados para compreensão crítica dos discursos científicos a respeito da natureza humana, visto que a ciência continua inventando razões e

¹² A doença falciforme é um conjunto de hemoglobinopatias, resultante de uma mutação genética e com alta frequência na população negra do Brasil e dos Estados Unidos. O traço falciforme (em indivíduos heterozigotos) garante uma maior resistência à malária, o que caracteriza uma vantagem adaptativa em regiões com altos índices dela, como na África, Índia e Oriente Médio, onde o alelo mutante (S) surgiu de forma independente entre 50 e 100 mil anos atrás. O alelo S foi introduzido nas Américas com maior intensidade entre os séculos XVI e XIX por meio do tráfico de escravizados africanos, por essa razão a doença é mais frequente nas pessoas negras de ambos os países (Oliveira *et al.*, 2021). De acordo com Naoum (2000), a gravidade dos sintomas da doença depende, além de fatores biológicos individuais, das condições socioambientais nas quais o indivíduo está inserido, bem como do acesso à assistência de saúde. Atualmente se sabe que em uma perspectiva global, a doença falciforme incide em grupos populacionais de diferentes regiões do mundo, como África, Ásia e Europa, às vezes até na mesma frequência dos Estados Unidos. Observa-se também que em algumas regiões da África, o traço falciforme é completamente inexistente. Tendo em vista esse padrão de distribuição mundial, não existe uma relação direta entre “raça negra africana” e doença falciforme (Msimang, 2021).

discursos para inferiorização, marginalização, estigmatização e exclusão de grupos humanos de forma tácita ou explícita. Guevara e colaboradores (2023) discutem que o racismo científico se recusa a morrer devido às crenças profundamente arraigadas, mesmo diante de um acúmulo de evidências empíricas que as refutam.

Na biomedicina contemporânea há a persistência de um acesso desigual à assistência médica e farmacêutica entre diferentes grupos humanos categorizados por raça, gênero ou classe social. Por exemplo, há estudos que discutem que o padrão de saúde de populações indígenas é inferior ao da população geral, mesmo em países ricos (Sánchez-Arteaga *et al.*, 2015). Ou seja, há fortes evidências de que o longo processo histórico de exclusão social e de privação de direitos, justificados pelo racismo científico, é a causa das atuais iniquidades raciais na saúde (Guevara *et al.*, 2023).

Outra questão sobre a influência presente da tradição racista das ciências biomédicas é que a formação e as práticas dos profissionais de saúde atualmente, permeadas de racismo científico, afetam de forma negativa o atendimento de pessoas negras na assistência sanitária (Sánchez-Arteaga *et al.*, 2015). Como discutido por Leal e colaboradores (2017), alguns profissionais de saúde, por exemplo, possuem a crença de que mulheres negras apresentam uma pelve mais adequada para parir e que, portanto, são naturalmente mais resistentes à dor e, por isso não precisam de analgesia. Tais crenças e práticas racistas repercutem no alto índice de violência obstétrica e na alta taxa de mortalidade materna entre as mulheres negras e nos desfechos negativos nos recém-nascidos (Leal *et al.*, 2017).

De acordo com o que foi discutido, o desenvolvimento histórico da biomedicina esteve imbricado com um processo de racialização negativa com base em teorias biologizantes, as quais reforçaram o racismo e que possuem influência atualmente em práticas opressivas das ciências biomédicas direcionadas a grupos raciais marginalizados. Na seção seguinte é discutido como o reducionismo e o determinismo genéticos, articulados à ideia de essencialismo racial em modelos biomédicos, podem ser considerados herdeiros no tempo presente dessa tradição racializada aqui descrita, cujo compromisso é a opressão racista, e que contribuem para tornar ainda mais nebulosas as discussões sobre saúde e raça.

2. 4. A problemática do discurso determinista e reducionista genéticos no debate sobre saúde e raça

As crenças e práticas essencialistas, que propõem que as causas para características encontradas nos seres humanos estão unicamente na sua configuração biológica,

fundamentam a ideologia do determinismo biológico (Gericke *et al.*, 2017). Essa ideologia pode ser caracterizada pelas suposições de que as diferenças dos seres humanos são devidas às diferenças inatas, as quais são herdadas biologicamente, e a essência biológica dos grupos humanos explicaria a segmentação e hierarquização da sociedade. Portanto, para essa ideologia, intervenções que buscam reparar desigualdades sociais e econômicas baseadas em raça, gênero e classe são desnecessárias, pois tais padrões de desigualdade são um mero reflexo da biologia e logo não podem ser mudados (Carvalho-Neto *et al.*, 2003).

Com o advento da genética a partir do século XX, tem-se uma demanda cada vez maior de explicações físicas e químicas para os fenômenos biológicos em nível microscópico, o que, junto com a proposição da estrutura físico-química do material genético por Watson e Crick em 1953, culminou na molecularização do determinismo biológico no DNA (Althoff, 2020; Andrade, 2011). De acordo com Gericke *et al.* (2017), diferentemente do embasamento em uma ideia abstrata de essência presente no determinismo biológico de outrora, o determinismo genético se apresenta mais poderoso por possuir um referencial ontológico específico, o gene. Existem múltiplas definições para o determinismo genético, mas se pode compreendê-lo como a atribuição de maior poder causal aos genes no desenvolvimento das características humanas do que sugere o consenso científico (Gericke *et al.*, 2017), logo vê-se que se trata de uma ideologia (Penchaszadeh, 2004).

Em relação às teorias raciais, de acordo com Laguardia (2005), as tecnologias da genética contribuíram para estudos que embasaram posicionamentos antirracistas que colocam em dúvida a validade dos critérios clássicos de classificação racial, mas também, contraditoriamente, a genética se tornou uma nova referência para o pensamento essencialista. É com base nessa controvérsia, que Hall (2003) argumenta que, mesmo que de determinado contexto ou ponto de vista conceitual raça não seja um conceito cientificamente válido, ela é uma categoria discursiva na qual se organiza o racismo. O racismo antinegro possui uma tradição lógica própria, que segundo Hall (2003) compartilha características com o sexismo, mas não com a opressão de classe social, que é a justificação e legitimação da exclusão social em termos de distinções biológicas, ou seja, recorrendo-se à natureza, natureza a qual foi reduzida à genética no século XX. Assim, o que o autor chama de ‘efeito de naturalização’ busca insistentemente transformar a raça em um fato fixo e científico por meio de ideologias, em que supostas diferenças genéticas invisíveis e escondidas nos “genes” se materializam corporalmente e podem ser lidas em fenótipos raciais visíveis (Hall, 2003).

Segundo Dar-Nimrod e Heine (2011), o essencialismo genético conduz a uma interpretação de determinados grupos humanos como discretos, homogêneos, imutáveis,

adotando-se uma perspectiva fatalista em que supostos genes compartilhados por grupos específicos determinam destinos inescapáveis. Portanto, ainda é possível encontrar adeptos da ideia de que a espécie humana está biologicamente subdividida em raças (Laguardia, 2005) ou de que raça tenha relação com a natureza humana (Wade, 2004). Essa ideia, juntamente com o entendimento de que as diferenças na saúde são geneticamente determinadas, exerceu uma grande influência nas ciências da saúde (Laguardia, 2002), em que, por exemplo, na epidemiologia foi formulado um modelo genético racial (Dressler; Gravlee; Oths, 2005).

Esse modelo da epidemiologia esteve dedicado à proposição de hipóteses genéticas para explicar as diferentes frequências de doenças nas diferentes raças, como o índice elevado de algumas delas na população negra. A exemplo da hipertensão arterial, em que há modelos que sugerem que o conjunto de genes envolvidos na biossíntese da melanina são os mesmos associados aos mecanismos fisiológicos que elevam a pressão arterial, portanto, de acordo com essa explicação, quanto maior o grau de pigmentação da pele, maior a presença de alelos associados à suscetibilidade à hipertensão (Laguardia, 2007). Segundo Wade (2004), essa visão de raça bastante controversa que correlaciona variações de traços superficiais com outras características humanas mais complexas foi a que predominou em grande parte do século XX. Entende-se também que essa abordagem, ao considerar o ambiente como pouco significativo ou irrelevante para o desenvolvimento de características complexas, como o comportamento e a saúde, está sob influência do reducionismo genético, o qual, segundo Penchaszadeh (2004), se trata de uma ideologia pseudocientífica que assume que os genes detêm a explicação final para as características dos seres humanos.

Laguardia (2002), enumera três pressupostos fundamentais para o modelo genético racial de causalidade das doenças: (1) a raça existe enquanto categoria biológica; (2) os genes que caracterizam uma raça estão associados aos genes que determinam a saúde; (3) e o estado de saúde de uma raça é decorrente da constituição genética dos indivíduos que a integram. Dessa forma, segundo Laguardia (2007), a epidemiologia genética, ao propor esses tipos de modelos raciais para as doenças, se tornou uma herdeira do racismo sociomédico. A diferença consiste em que, enquanto o racismo sociomédico tinha como fundamento os estudos da antropologia física do século XIX, a epidemiologia genética no século XX atribuiu a causa do “corpo negro doente” aos genes. Segundo o autor, ambos os campos de estudos compartilham a ideia de particularidade racial, em que a incidência e frequência de determinadas doenças em diferentes raças são provas inequívocas da existência de tipos raciais naturais (Laguardia, 2007).

Segundo Dar-Nimrod e Heine (2011), a relação criada entre essencialismo racial e determinismo genético fundamenta a ideia de que as características observáveis em grupos sociais são decorrentes de uma origem genética compartilhada. Essa relação, além de conduzir a uma desvalorização do papel do ambiente e das experiências de cada indivíduo, oferece um campo fértil para a propagação de racismo. No que tange à saúde, a articulação simplista entre raça, genes e doenças parte também de uma compreensão errônea da maneira como os genes funcionam (Dar-Nimrod; Heine, 2011).

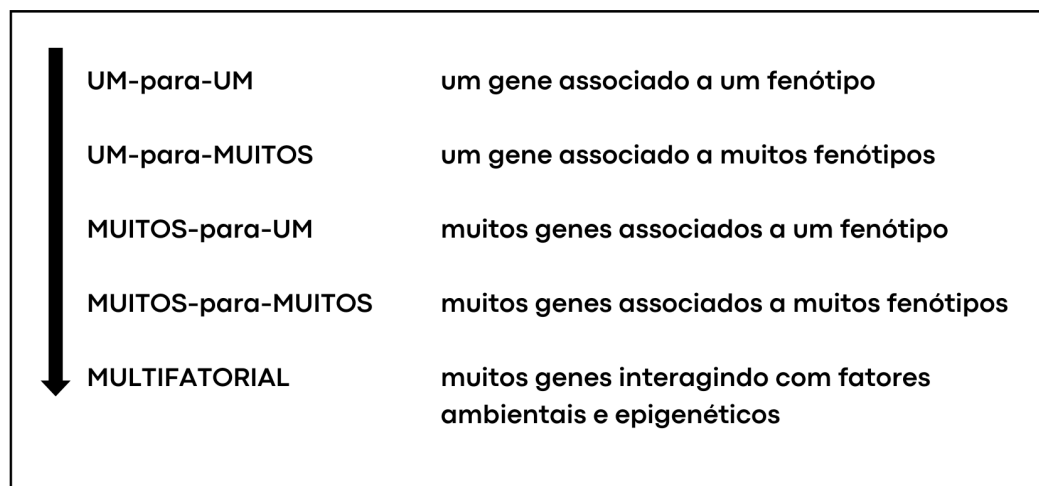
É preciso considerar que os genes podem influenciar o fenótipo de diversas formas, como, por exemplo, de uma maneira em que seu grau de influência tem maior predominância e em que é possível identificar as vias bioquímicas que levam a um determinado fenótipo. É o exemplo das doenças monogênicas, como a doença falciforme, as quais podem ser compreendidas por uma ‘explicação genética forte’ (Dar-Nimrod; Heine, 2011). No entanto, esse tipo de influência parece ser mais a exceção do que a regra, pois as doenças monogênicas correspondem apenas a 2% das doenças que têm alguma base genética. A norma é que diversos genes estão envolvidos na manifestação de um traço de formas que nem sempre são cognoscíveis, o que se torna mais complicado quando as expressões de um mesmo conjunto de genes produzem resultados diferentes a depender da influência dos fatores ambientais (Dar-Nimrod; Heine, 2011).

A epidemiologia genética foi descrita pela primeira vez em 1954, ainda no alvor da genética molecular. Inicialmente, os epidemiologistas genéticos investigavam a herança das doenças por meio dos padrões de herança (*e. g.* dominante, recessivo e ligada ao sexo) nas famílias. Com os avanços tecnológicos, houve a possibilidade de se examinar amostras de indivíduos aparentados para avaliar e identificar com sucesso a base genética de doenças tais como, Tay-Sachs, Huntington e fibrose cística (Seyerle; Avery, 2013). Segundo Lewontin (2002), essa constatação fez os epidemiologistas genéticos suporem na época que as doenças cardiovasculares, diabetes, câncer e até mesmo os transtornos comportamentais também eram resultado do mesmo tipo de variação de base genética. De acordo com Seyerle e Avery (2013), mesmo depois da conclusão do Projeto Genoma Humano (PGH), o qual prometeu uma revolução na compreensão da saúde humana, ainda há uma indeterminação do papel da epidemiologia genética na assistência médica, em que há pouco êxito nos estudos de genes candidatos a doenças e muitas perguntas permanecem sem resposta. Mas atualmente é consenso, mesmo para os epidemiologistas genéticos, que há uma interferência ambiental, inclusive para as doenças monogênicas, uma criança com o genótipo da fenilcetonúria, por exemplo, não desenvolverá a doença a menos que seja exposta à fenilalanina (Seyerle; Avery,

2013). Essa realidade precisa ser considerada nas ações de saúde, dado a relevância que muitas doenças monogênicas têm para a saúde pública. A hipercolesterolemia familiar é um exemplo significativo de característica influenciada por uma herança monogênica, mas que também é altamente modulada por fatores ambientais. Embora o risco do desenvolvimento de doença arterial coronariana precoce seja maior em indivíduos com hipercolesterolemia familiar em relação à população geral, fatores como a dieta e a prática de atividade física modulam a gravidade da doença e o risco de morte precoce (Hegele, 2002). Portanto, até as doenças, cuja herança pode ser explicada pelo padrão clássico de herança mendeliana, exigem a consideração da sua associação com outros fatores para que possam ser mais bem compreendidas e tratadas.

Embora a compreensão de que um gene determina uma característica, modelo um-para-um, seja predominante na genética clássica, ele não é o único modelo existente para descrever a relação entre genótipo e fenótipo. Segundo Carver *et al.*, (2017), há cinco modelos possíveis com diferentes graus de complexidade para explicar essa relação: um-para-um; um-para-muitos; muitos-para-um; muitos-para-muitos; e multifatorial (Figura 3). Devido aos avanços da genômica (*i. e.* ciência que estuda todo o conjunto de genes de um organismo) e da epigenética, na comunidade científica contemporânea há um maior consenso de que o modelo multifatorial descreve melhor a relação entre genes e características. Nesse modelo, mais probabilístico e menos determinista, os genes são compreendidos em um contexto de complexa interação com fatores internos e externos ao organismo e considera-se que os fatores ambientais e epigenéticos possuem um papel fundamental no desenvolvimento de um fenótipo (Carver *et al.*, 2017).

Figura 3: De um modelo determinista para um mais probabilístico na compreensão sobre o desenvolvimento fenotípico pela genética e genômica



Fonte: Adaptado de Carver *et al.* (2017)

Uma das razões pelas quais a lógica do determinismo genético ainda é encontrada com frequência no discurso do senso comum é que a mídia é considerada a sua principal propagadora (Penchaszadeh, 2004), na qual há uma supervalorização da ‘explicação genética forte’ e a divulgação de pesquisas genéticas de forma simplificada, o que leva as pessoas não inseridas no meio científico a se apropriarem de um conhecimento incorreto a respeito dos genes (Dar-Nimrod; Heine, 2011). Por colocar em risco os ideais democráticos, o determinismo genético deve ser considerado como um grande problema social (Gericke *et al.*, 2017), o qual conduz à construção de estereótipos, discriminação e sustentação de diferentes formas de eugenia (Dar-Nimrod; Heine, 2011). Penchaszadeh (2004) discute as várias implicações éticas do determinismo genético, como a disseminação de visões racistas, estigmatização de pessoas com deficiência (PcD), isenção das esferas governamentais de suas responsabilidades sociais e influência negativa nas políticas públicas de saúde, por induzir a não consideração de fatores ambientais e experienciais na ocorrência de doenças.

Como citado anteriormente, embora a crença no essencialismo genético tenha dado uma nova roupagem ao racismo, a pesquisa genética foi uma ferramenta fundamental para estudos de rigor metodológico que tinham como compromisso investigar se as raças humanas consistiam de fato em uma realidade biológica. Esses estudos, na sua origem, foram

empreendidos por geneticistas progressistas que almejavam uma postura antirracista ao proporem, com base na própria ciência, evidências antirracistas. Richard Lewontin foi o pioneiro, ao publicar em 1972 um estudo que apresentou fortes evidências de que a ideia de raça não corresponde à realidade genética, embora cientistas ainda persistam em assumir que raça é útil para descrever a variabilidade genética humana (Warde, 2004). Lewontin (1972) concluiu que 85,4% da diversidade genética humana é encontrada dentro de populações identificadas como uma raça e que menos de 15% dessa diversidade explica a variabilidade entre esses grupos. Em outras palavras, a conclusão de Lewontin foi de que a variabilidade genética humana é maior entre indivíduos de uma mesma raça do que entre raças diferentes (Lewontin, 1972), tese que é apoiada por estudos mais recentes que dispõem das tecnologias utilizadas na pesquisa genômica (Witherspoon *et al.*, 2007).

Contudo, segundo Wade (2004), é evidente que os processos evolutivos espalharam o material genético de forma desigual ao redor do mundo. Para Meyer (2017a), não se deve negar que há diferenças genéticas compartilhadas por pessoas de populações advindas de regiões geográficas diferentes, a questão é que essa variabilidade entre populações não é contemplada pelas categorias raciais usuais, como “caucasiano” e “negro africano”. Nessa perspectiva de rejeição da existência de raças humanas no sentido biológico e no contexto após a conclusão do PGH, os diferentes grupos humanos têm sido identificados de acordo com a ancestralidade, o *background* genético, para mapear predisposições genéticas a doenças (Sánchez-Arteaga *et al.*, 2015). Segundo Msimang (2021), a frequência de algumas doenças de bases genéticas não está distribuída aleatoriamente e de forma homogênea nas populações humanas, mas são limitadas a populações específicas por conta de processos evolutivos como o efeito fundador, deriva genética e efeitos de seleção localizados.

Tendo em vista uma análise que parte do pressuposto que os grupos raciais correspondem aproximadamente aos padrões de dispersão populacional históricos e geográficos, então a raça poderia servir para se fazer inferências sobre a provável ancestralidade genética de um indivíduo (Msimang, 2021). Essa conduta oferece uma nova interpretação que reforça a intersecção entre genes, identidade étnico-racial e saúde (Sánchez-Arteaga *et al.*, 2015), o que tem fundamentado a criação de tecnologias associadas à genômica, como, por exemplo, da farmacogenômica, que nos Estados Unidos orientou a produção do Bidil, um medicamento direcionado a negros com hipertensão, o que gerou polêmica por poder incitar a interpretação de que doenças cardiovasculares são diferentes em negros em relação aos brancos por razões biológicas da raça (Hogarth, 2019), especificamente, diferenças raciais genéticas.

No entanto, deve-se levar em consideração que assumir a raça como indicativo de ancestralidade pode ser um erro grave, principalmente em populações altamente miscigenadas e em que as classificações raciais dependem de critérios fenotípicos como a cor da pele (Msimang, 2021), que é o caso do Brasil. Segundo Meyer (2017b), o mapeamento das origens geográficas dos ancestrais de um indivíduo não é o mesmo que lhe atribuir o pertencimento a uma raça particular. Mas esse processo consiste na análise dos dados genéticos do indivíduo e das informações disponíveis no banco de dados que se está consultando, em que, por exemplo, pode-se fazer a inferência que uma pessoa seja ao mesmo tempo descendente de um grupo de nativos americanos e de populações do leste asiático, o que não corresponde a nenhuma categoria racial. Sendo assim, a abordagem da ancestralidade genética fornece um conjunto de possibilidades, descrevendo um indivíduo como um mosaico de ancestralidades e não o colocando dentro de uma raça específica (Meyer, 2017b).

De acordo com Penchaszadeh (2004), embora os avanços nos estudos de genômica tenham trazido novas formas para compreender a interação entre genes e ambiente no desenvolvimento de características humanas, isso ocasionou uma nova onda de determinismo genético devido à natureza reducionista da genômica, mais sutil por reconhecer a importância do ambiente, mas que ainda privilegia os genes para explicar a saúde, a doença e o comportamento humano (Penchaszadeh, 2004). Msimang (2021) discute que mesmo os grupos que compartilham ancestralidade genética não são biologicamente homogêneos e experienciam diferentes influências socioambientais que afetam a saúde de maneiras diferentes. Portanto, segundo o referido autor, a utilização da raça na saúde pode ser duvidosa quando se busca por meio dela variáveis genéticas de doenças, mas indispensável quando ela é utilizada como uma ferramenta para localizar variáveis sociais e ambientais que são determinantes de saúde, como a discriminação, exposição a poluentes tóxicos e dificuldade de acesso a alimentos saudáveis (Msimang, 2021). Portanto, como a raça se trata de um fenômeno social, os debates sobre raça e saúde devem superar a genética, tanto porque as raças icônicas não descrevem a variabilidade genética humana, quanto devido ao fato de que a saúde é um processo complexo e multidimensional que não pode ser reduzido a determinantes genéticos.

Mesmo que a epidemiologia atual predominantemente não siga por uma vertente que tenha *a priori* o compromisso de inferiorizar determinados grupos humanos, deve-se ter cautela sobre o tratamento das iniquidades raciais na saúde. A comparação descritiva de resultados de saúde entre negros e brancos sem a explicitação do racismo como um fator que

explica as desvantagens em saúde de grupos raciais minorizados incorre no risco da reiteração do corpo de quem sofre essas iniquidades como patológico (Hogarth, 2019).

Para tanto, segundo Barata (2005), a epidemiologia social é um campo importante nesse sentido pois se apresenta como uma abordagem que considera explicitamente os fatores sociais envolvidos na saúde e doença das populações humanas. Segunda a autora, o mais adequado seria se referir a epidemiologias sociais, devido à existência de diversas vertentes, como as fundamentadas na perspectiva do curso de vida e na teoria ecossocial. Na perspectiva do curso de vida, o histórico de vida de um indivíduo, moldado pelo contexto socioeconômico, político e pelas condições materiais e psicológicas, tem o potencial de determinar seu estado de saúde (Barata, 2005). Enquanto a teoria ecossocial, apoiando-se na compreensão da relação entre trajetória de vida e saúde, busca uma articulação entre o biológico e o social por meio de uma perspectiva histórica e ecológica. Nessa vertente, entende-se que os organismos biológicos são capazes de corporificar, literalmente, desde o nascimento até a morte, o ambiente social em que vivem, produzindo determinados padrões de saúde e de doença. Essa ideia é bastante útil, por exemplo, em estudos epidemiológicos comprometidos com as questões de gênero e de raça (Barata, 2005).

O conceito de corporificação da epidemiologia social é uma importante construção teórica que tem sido integrada a outros campos de investigação, como ao da chamada ‘epidemiologia epigenética’ (Jablonka, 2004) e da ‘epigenética social’ (Martin *et al.*, 2022). Por exemplo, Kuzawa e Sweet (2009) propõem que a maior incidência de doenças cardiovasculares em negros estadunidenses se deve à corporificação da experiência do racismo e que essa corporificação ocorre por meio de mecanismos epigenéticos, os quais têm possibilidade de serem transmitidos para futuras gerações (Kuzawa; Sweet, 2009).

Araújo (2017) considera a epigenética um novo paradigma ao trazer uma mudança na forma da biologia interpretar a expressão gênica, a herança biológica e a etiologia das doenças. Segundo esse autor, a epigenética se caracteriza por estar na área de fronteira entre as ciências biológicas e as ciências humanas, recusar a primazia ontológica dos genes, o determinismo genético e por considerar a relevância de aspectos ambientais e da dimensão social da vida humana, buscando romper a clássica barreira no debate filosófico natureza *versus* cultura (Araújo, 2017). Segundo Althoff (2020), deve-se ter cautela em relação à promessa revolucionária da epigenética, pois ela não é considerada uma revolução no sentido kuhniano, por ainda manter o paradigma da informação genética como uma das causas mais importantes da herança. Porém, a abordagem da epigenética para a herança biológica de maneira sistêmica e multifatorial, em que ela seja considerada como um dos vários fatores

dentro de uma rede complexa no desenvolvimento, pode contribuir para a superação das perigosas ideologias do reducionismo e do determinismo genéticos (Althoff, 2020).

Como foi discutido até aqui, o determinismo e o reducionismo genéticos constroem obstáculos para a compreensão apropriada das iniquidades raciais na saúde. Além disso, diante do conhecimento biológico contemporâneo, tais perspectivas não se sustentam. Segundo Martins (2016), embora uma abordagem adequada da saúde não deva ser biologicista (*i. e.* centrada apenas em aspectos biológicos), as dimensões biológicas da saúde e da doença devem ser consideradas, tal como são estudadas pela biologia (Martins, 2016). Entre os diversos campos de estudos e abordagens teóricas da biologia contemporânea, a epigenética tem se mostrado um campo promissor ao propor uma abordagem biossocial, em que são trazidas considerações de como os fatores socioambientais influenciam a biologia humana (Althoff, 2020). Na seção seguinte discutiremos o potencial da epigenética na contribuição do entendimento de como os efeitos socioambientais e a experiência do racismo podem comprometer a manutenção do bem-estar biológico e influenciar o desenvolvimento e herança de doenças nos indivíduos que são alvo dessa opressão, bem como os aspectos éticos que devem ser considerados nessas explicações.

2. 5. As potenciais contribuições da epigenética para a compreensão das iniquidades raciais na saúde

2. 5. 1. Herança epigenética

Esta seção faz uma apresentação geral do que é epigenética e de como ela tem sido usada nas ciências e como discurso social, o que é de grande relevância, pois segundo Gericke (2021), professores e pesquisadores precisam estar informados do que se trata esse conhecimento para tomarem boas decisões quando forem utilizá-lo no ensino de biologia.

Segundo Holiday (2006), a introdução da palavra epigenética no meio científico esteve relacionada com os interesses do cientista Conrad Waddington em integrar a genética e a biologia do desenvolvimento em uma mesma disciplina, as quais eram dois campos de estudos que até antes da metade do século XX constituíam diferentes tradições de pesquisa que não se comunicavam. Para Gericke (2021), as ideias de Waddington seguem uma perspectiva do desenvolvimento comprometida com aspectos da teoria da epigênese, propondo que um organismo não está totalmente pré-formado no zigoto, como defendiam os preformistas, mas que ele era construído progressivamente na ontogênese. Para Waddington,

então, o processo do desenvolvimento envolvia genes, outros componentes biológicos e o ambiente (Gericke, 2021). Tendo em vista esses fatores considerados nessa perspectiva do desenvolvimento, para Althoff (2020), a abordagem de Waddington da epigenética não pode ser considerada como guiada essencialmente pela teoria da epigênese, por reconhecer a relevância dos efeitos da variação genética na variação fenotípica, nem pode ser considerada preformista, pois também leva em conta a possibilidade de que a variação fenotípica poderia não está relacionada a fatores estritamente genéticos.

Waddington concluiu que a epigenética consistia no estudo do epigenótipo, ou seja, de todos os processos complexos do desenvolvimento que vinculam de forma dinâmica o genótipo e o fenótipo, introduzindo as ideias de ‘plasticidade fenotípica’ e de ‘paisagem epigenética’. Essa última ilustra que o desenvolvimento de uma célula ou organismo pode seguir caminhos diferentes, a depender das interações entre os fatores genéticos e ambientais que moldam o relevo da paisagem epigenética (Gericke, 2021), como representado na figura 4. De acordo com Jablonka e Lamb (2010), na metáfora da paisagem epigenética proposta por Waddington, há a presença de colinas e vales com inúmeras ramificações que descem de um ponto mais alto. Esse ponto mais alto, que possui um platô, representa um óvulo fertilizado em seu estágio inicial, quanto aos vales, eles se constituem em diferentes vias do desenvolvimento que direcionam a determinados estados finais diferenciais (a ou b na figura 4) (Jablonka; Lamb, 2010).

Figura 4: Paisagem epigenética de Waddington representando diferentes rotas do desenvolvimento por meio da canalização ambiental



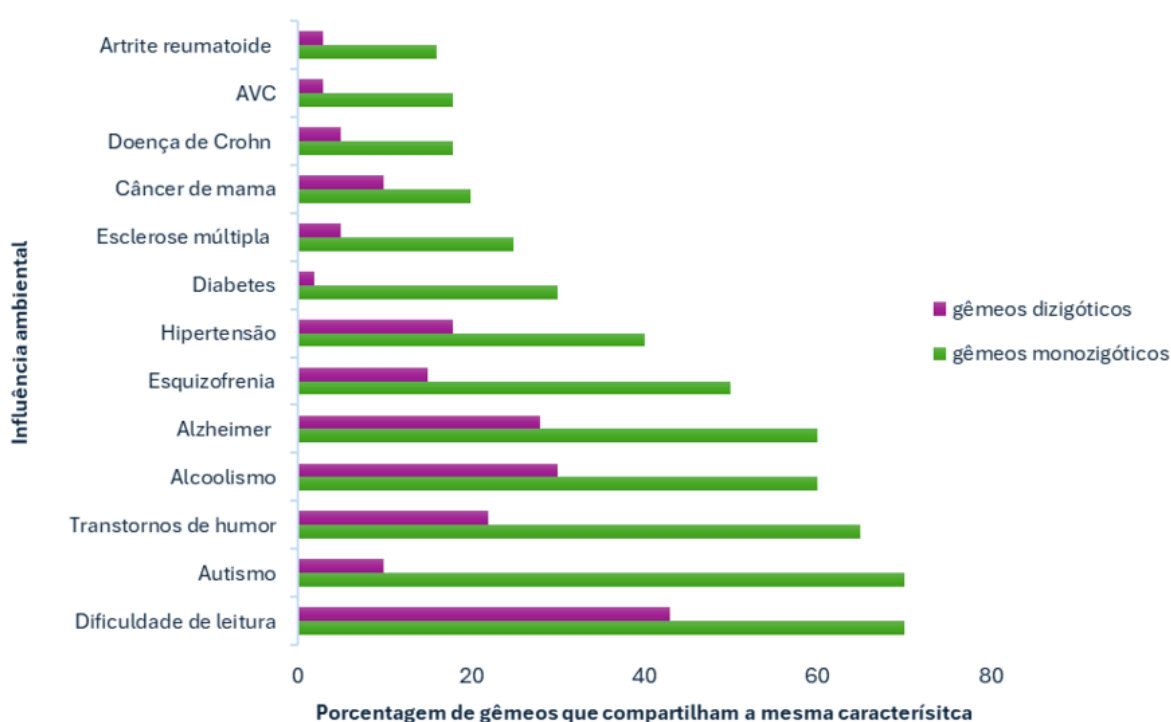
Fonte: Gericke (2021)

Desde a proposição do termo por Waddington, a epigenética já teve vários significados e ainda continua sendo um termo polissêmico, mas geralmente, quando utilizada, diz respeito a um campo de conhecimento que se dedica ao estudo de variações fenotípicas que não estão relacionadas a alterações na sequência do material genético (Jablonka; Raz, 2009). Esses estudos contemporâneos da epigenética também se interessam pelos processos do desenvolvimento, mas por meio de uma perspectiva mecanicista molecular, não em nível do organismo como considerava Waddington (Gericke, 2021). As formas como a variação epigenética pode ser herdada vem sendo bastante discutida desde a década de 1980 de forma pioneira com os estudos de Holliday (2006), sobre o que ele chamava de epimutações, no seu caso se referindo particularmente à metilação do DNA, um tipo de mecanismo epigenético que será discutido adiante.

Holliday (2006), ao fazer uma distinção entre sistemas genéticos e epigenéticos, discute que a estrutura genética não é alterada pelo ambiente, exceto pelos agentes mutagênicos, e quando são estabelecidas mutações, estas raramente são revertidas, portanto, não há a possibilidade de herança de características adquiridas nesse sistema. De modo contrário, as alterações epigenéticas não são estáveis e frequentemente são revertidas, além de serem sensíveis à interação com o ambiente, em que por exemplo, desequilíbrios hormonais podem induzir mudanças epigenéticas que podem ser hereditárias. Tendo isso em vista, a epigenética apoia a ideia da herança de características adquiridas (Holliday, 2006).

Os estudos populacionais com gêmeos monozigóticos são clássicos na avaliação da contribuição relativa dos genes e do ambiente na determinação de fenótipos. As conclusões nesses estudos partem do princípio de que determinadas características que apresentam alta similaridade entre gêmeos monozigóticos, em contraste com os gêmeos dizigóticos, indicam que estas são resultantes de fatores genéticos, visto que há uma concordância entre o grau de compartilhamento genético e de similaridade fenotípica. Do contrário, características com pouco grau de compartilhamento entre os gêmeos indicam uma forte influência ambiental (figura 5). A discordância na suscetibilidade para diversas doenças nos gêmeos monozigóticos é interpretada como um indício de que apenas os genes não são suficientes para determinar um fenótipo (Wong; Gottesman; Petronis, 2005). É importante destacar que essas conclusões só fazem sentido em estudos populacionais, pois não há como determinar a contribuição relativa de fatores ambientais e genéticos na manifestação de uma dada característica fenotípica em um organismo particular, visto que esses fatores interagem entre si de forma complexa e dependente durante o desenvolvimento (Gericke, 2021).

Figura 5: Taxas de concordância entre gêmeos monozigóticos e gêmeos dizigóticos para alguns resultados de saúde e questões comportamentais.



Fonte: Adaptado de Wong; Gottesman; Petronis, 2005.

Os fatores epigenéticos, quando compreendidos como a ligação causal entre genótipo, ambiente e fenótipo (Althoff, 2020), são uma das explicações possíveis para como um mesmo genótipo pode estar relacionado com diferentes fenótipos (Fraga *et al.*, 2005). Entende-se que, embora nos primeiros anos de vida gêmeos monozigóticos sejam quase que epigeneticamente indistinguíveis, mudanças epigenéticas ocorrem de forma diferente entre os dois durante todo o curso de vida em resposta a diferentes exposições ambientais (*e. g.* hormônios, medicamentos, alimentação e outros hábitos de vida), o que faz com que pares de gêmeos monozigóticos mais velhos difiram muito nas modificações epigenéticas acumuladas durante a vida (Fraga *et al.*, 2005; Wong; Gottesman; Petronis, 2005).

O papel da epigenética na manifestação dos fenótipos durante o desenvolvimento pode ser visualizado desde a diferenciação celular. Embora todas as células de um mesmo organismo tenham o mesmo genoma, há diferentes possibilidades de epigenomas (*i. e.*

diferentes padrões de alterações epigenéticas que controlam a expressão do genoma) que caracterizam as formas e as funções especializadas de cada célula. Por exemplo, um hepatócito nunca origina um fibroblasto, o que é devido aos padrões diferentes de atividade genética. Os mecanismos celulares responsáveis por estabelecer o epigenoma e transmitir os diferentes padrões de atividade genética controlados por ele são denominados de sistemas de herança epigenéticos (SHES), os quais podem ser divididos em quatro (Jablonka; Lamb, 2010):

1. Circuitos autossustentáveis: São circuitos metabólicos de *feedback* positivo que controlam padrões de atividade gênica. Um exemplo clássico é quando um sinal temporário ativa um gene e o produto desse gene o mantém ativo mesmo quando o sinal desaparece e é distribuído às células-filhas (Jablonka; Lamb, 2010);

2. Herança estrutural: Diferente do sistema anterior, este está relacionado às estruturas da célula, como, por exemplo, as membranas, e não a atividade dos genes (Jablonka; Lamb, 2010). Trata-se da herança de estruturas tridimensionais através da sua modelagem no espaço, em que uma variante dessa estrutura na célula-mãe orienta a modelagem de uma estrutura similar nas células-filhas (Jablonka; Raz, 2009).

3. Sistema de marcação da cromatina: A forma como a cromatina é organizada, sua localização no núcleo da célula e a dinâmica interativa entre seus componentes influenciam quando e em que medida os genes serão expressos (Jablonka; Raz, 2009). Existem mecanismos que adicionam moléculas na cromatina, aumentando ou diminuindo a probabilidade dos genes serem expressos. Os mais conhecidos são a metilação do DNA e a modificação das histonas. A metilação ocorre por meio da adição de radicais metil nas bases citosinas. Geralmente, regiões densamente metiladas não são transcritas. Em relação às histonas, os aminoácidos de suas caudas podem ser modificados por meio da adição ou remoção de metilas ou acetilas. Essas modificações alteram a forma como as histonas interagem entre si, com o DNA e as outras proteínas, o que influencia o grau de empacotamento do material genético e o quanto ele estará acessível à maquinaria de transcrição. A acetilação torna a cromatina mais frouxa, portanto, permite que os genes sejam transcritos com maior facilidade, enquanto a desacetilação ou metilação torna a fibra de cromatina mais densa, o que dificulta a transcrição (Jablonka; Lamb, 2010).

4. RNA de interferência: Esse sistema permite a amplificação e transmissão entre as células de moléculas pequenas de RNA que têm a capacidade de suprimir a atividade gênica (Jablonka, 2004).

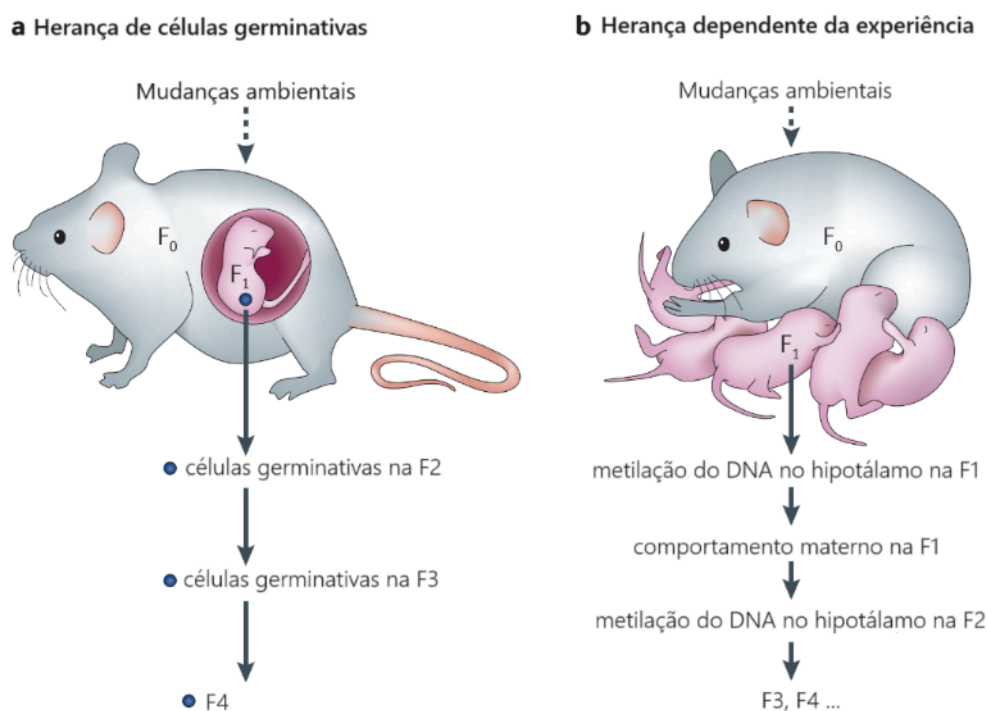
Segundo Jablonka e Raz (2009), todos os SHES podem ser induzidos pelo ambiente e, além de poderem ser transmitidos por meio da mitose nas células somáticas durante o desenvolvimento, podem também ser transmitidas através das gerações por meio das células da linhagem germinativa, o que é considerado umas das formas de ‘herança epigenética transgeracional’. Essa herança tem influência em uma gama de fenótipos e há evidências de sua ocorrência em diversos táxons (Jablonka; Raz, 2009). Mas para que isso ocorra nos organismos de reprodução sexuada, as variações epigenéticas precisam sobreviver a um processo complexo presente na gametogênese e nas fases iniciais da embriogênese (Jablonka; Raz, 2009), chamado de reprogramação, em que há um apagamento das marcações epigenéticas, importante para que cada nova geração seja como uma folha epigenética em branco e novas marcações sejam estabelecidas (Francis, 2015).

Nem todas essas marcações parentais são apagadas, inclusive as induzidas por efeitos ambientais (Francis, 2015). O grau de estabilidade e de reversibilidade dos mecanismos epigenéticos variam consideravelmente de acordo com o contexto, podendo ser irreversíveis, como o caso do *imprinting*, persistirem de minutos a vidas inteiras ou até gerações (Gericke, 2021). Há ainda uma carência de conhecimentos científicos sobre a razão da sobrevivência desses efeitos aos eventos de apagamento e de sua transmissão para a prole, bem como sobre até onde eles se estendem ao longo das gerações (Grossniklaus *et al.*, 2013), mas já existem, por exemplo, estudos que investigam mecanismos moleculares que impedem a desmetilação após a fertilização (Wei; Schatten; Sun, 2015).

Nem toda a herança epigenética transgeracional se dá por meio dos gametas e é importante frisar essa evidência visto uma compreensão limitada de que as células reprodutivas são as únicas mediadoras de transmissão dos atributos de um indivíduo (Reis, 2018). Ambientes podem afetar o fenótipo da prole por meio da exposição materna durante a gravidez, do comportamento dos pais após o nascimento ou por meio da dinâmica social e cultural (Wei; Schatten; Sun, 2015). Por exemplo, é bem sabido que, em ratos, o comportamento de cuidado parental, que ocorre por meio do ato de lamber os filhotes, tem efeitos na reação diferenciada ao estresse na prole. Isso é transmitido de uma geração para a outra devido às mudanças nos receptores de glicocorticóides em regiões do cérebro, especialmente do hipocampo (Wei; Schatten; Sun, 2015). Filhotes de mães dedicadas tendem a apresentar uma atenuação da reação ao estresse e a, quando adultos, apresentarem melhores comportamentos de cuidado parental quando comparados aos filhotes de mães desapegadas (Francis, 2015).

Danchin e colaboradores (2011) organizam essas possibilidades de herança epigenética transgeracional em duas formas alternativas, (1) herança epigenética de células germinativas e (2) herança epigenética dependente da experiência (figura 6). No primeiro caso (figura 6a), o padrão de modificações epigenéticas no DNA está presente nas células da linhagem germinativa e é transmitido para a prole ao longo de várias gerações. Por exemplo, a exposição pré-natal ao pesticida vinclozolin induz mudanças nas células germinativas da F1 que podem persistir até quatro gerações. Na segunda forma de herança (figura 6b), as modificações epigenéticas afetam o comportamento parental de maneira que o cuidado dos pais com os filhotes gera neles as mesmas modificações epigenéticas. É o caso do exemplo citado no parágrafo anterior, sobre o comportamento de lambedura da mãe que é transmitido ao longo das gerações. Nesse exemplo, se o comportamento da mãe for alterado por mudanças na qualidade do ambiente, os efeitos transgeracionais podem ser interrompidos (Danchin et al., 2011).

Figura 6: Formas alternativas de herança epigenética transgeracional



Fonte: Adaptado de Danchin *et al.* (2011)

Embora seja difícil metodologicamente estudar a herança epigenética transgeracional em seres humanos no nível molecular, devido a dificuldades de mapear os efeitos hereditários, decorrentes, por exemplo, do longo período entre as gerações, há fortes evidências da sua ocorrência. Entre elas destacam-se os conhecimentos bem consolidados sobre *imprinting* parental (Wei; Schatten; Sun, 2015) e estudos epidemiológicos de coorte que investigam os efeitos de experiências traumáticas e de escassez de recurso durante o tempo em determinadas populações (Francis, 2015). Um exemplo emblemático de estudos dessa natureza foi a análise dos nascimentos ocorridos durante a Grande Fome Holandesa na II Guerra Mundial, a qual identificou um padrão de baixo peso de nascimento dos bebês nascidos durante o período da fome e uma possível associação disso com a suscetibilidade a doenças crônicas na idade adulta (Francis, 2015). Há também o estudo de Överkalix, que sugere efeitos da alimentação dos avós em resultados de saúde, como o desenvolvimento de diabetes nos netos (Grossniklaus *et al.*, 2013). As mudanças epigenéticas induzidas ambientalmente são ótimas candidatas como processos que explicam os resultados desses estudos de coorte, o que tem implicações para a epidemiologia ao explicar a prevalência de obesidade, pré-diabetes, diabetes do tipo 2 (Wei; Schatten; Sun, 2015), hipertensão arterial¹³ (Arif *et al.*, 2018) e outras doenças não monogênicas em populações.

Jablonka (2004) argumenta que, dado o conhecimento que dispomos, a consideração de uma herança não genética é importante para entender as causas das doenças, o que tem tido grande importância para a epidemiologia epigenética, que pode ser definida como uma parte da epidemiologia que estuda os efeitos das mudanças epigenéticas herdáveis na ocorrência e na distribuição de doenças. No que tange ao ciclo de vida, Ling e Rönn (2019) discutem que o envelhecimento, o exercício físico e a dieta são fatores que influenciam o epigenoma humano, o que exercerá um papel não só no desenvolvimento da doença, mas também na resposta a ela.

A natureza reversível das modificações epigenéticas são uma esperança para estratégias terapêuticas que envolvam áreas como a nutrição e a farmacologia. Por exemplo, agentes conhecidos por afetar o SHES podem reverter alterações nele ocorridas e prevenir doenças, como a 5-azacitidina que inibe a DNA-metiltransferase, ou elementos da dieta que influenciam o metabolismo do metil, como o ácido fólico (Jablonka, 2004).

¹³ Estudos com animais modelos propõem que a restrição proteica materna induz a padrões de hipometilação de genes envolvidos com a síntese do receptor de angiotensina na glândula adrenal da prole, o que auxilia na explicação do porquê esses genes são superexpressos, contribuindo para a elevada pressão arterial sistólica nesses animais (Kuzawa; Sweet, 2009).

Um campo de estudos que tem dado suporte teórico à epidemiologia epigenética é o conhecido como Origens Desenvolvimentistas da Saúde e da Doença (DOHaD, do inglês *developmental origins of health and diseases*), que propõe uma associação entre agravos ambientais ocorridos no período fetal ou nas fases iniciais após o nascimento com o risco de desenvolvimento de doenças crônicas mais tardiamente na vida (Silveira *et al.*, 2007). O estabelecimento dessa relação nasce com a teoria do fenótipo poupador de Hales e Barker, que sugere uma forte associação entre má nutrição fetal, baixo peso de nascimento e o desenvolvimento de diabetes do tipo 2 e síndrome metabólica (Hales; Barker 2001). Embora essa teoria não explique completamente o fenômeno, por não estar preocupada com os mecanismos que o subjazem (Francis, 2015), ela foi pioneira ao contrapor a teoria do genótipo poupador de Neel (1962), a qual propunha uma explicação adaptacionista para a incidência de diabetes em populações, doença que segundo esse modelo poderia ser explicada apenas pelos eventos de mutação genética e seleção natural (Silveira *et al.*, 2007). A DOHaD, ao contrário, apresenta diversos modelos causais¹⁴ abordando a plasticidade do desenvolvimento ao ambiente, considerando como críticos os primeiros ambientes de vida. A epigenética é uma das principais disciplinas aliadas às abordagens da DOHaD, pois fornece uma explicação dos mecanismos que estão envolvidos nos fenômenos descritos por esse campo (Silveira *et al.*, 2007).

A seguir, discutiremos abordagens teóricas interdisciplinares baseadas principalmente na epidemiologia social, nos estudos da epigenética e da DOHaD, que propõem modelos explicativos para as iniquidades raciais na saúde, associando-as ao racismo e sugerindo até mesmo efeitos transgeracionais.

¹⁴Outras hipóteses sugeridas pela DOHaD que complementam a do fenótipo poupador de Hales e Baker, são as das respostas “adaptativas” preditivas e a teoria de concordância e contraste. Segundo Silveira e colaboradores (2007), interferências ambientais desvantajosas no ambiente fetal ou durante a lactação podem promover ajustes fisiológicos de sobrevivência a longo prazo, pelo menos até a fase reprodutiva. Se a previsão for correta, há um risco baixo para o desenvolvimento de doenças, caso contrário, há um risco maior de desenvolvê-las. Dessa maneira, o risco para doenças é derivado do grau de concordância ou contraste entre o ambiente previsto durante o período crítico de plasticidade fenotípica e o ambiente real em que o indivíduo vive na idade madura (Silveira *et al.*, 2007). Embora esses autores se utilizem do termo “adaptação” na revisão sobre essas hipóteses da DOHaD, consideramos a utilização desse termo inadequada, tendo em vista a confusão entre processos ontológicos e relativos ao desenvolvimento com processos filogenéticos e evolutivos (Sepulveda; El-Hani, 2014). Alguns autores, como Gould e Vrba (1982) e Sober (1993), recomendam que o termo adaptação na biologia seja restrito para características resultantes do processo de seleção natural.

2. 5. 2. Modelos envolvendo a epigenética para explicar as iniquidades raciais na saúde

Modelos ambientais e epigenéticos para as iniquidades raciais da saúde partem do princípio de que o racismo opera por meio da exposição desproporcional de diferentes grupos raciais aos riscos de saúde, como estressores sociais, racismo ambiental, acesso desigual a recursos materiais e simbólicos, tal como capital econômico, autonomia, prestígio e poder. A epigenética propõe que a exposição a esses ambientes sociais adversos podem estar associados com alterações no epigenoma, o que poderia ser uma das explicações possíveis para as iniquidades raciais na saúde (King *et al.*, 2024).

Em relação à saúde cardiovascular dos afro-estadunidenses¹⁵, Kuzawa e Sweet (2009) argumentam que estes, além de apresentarem altas taxas de doenças cardiovasculares, também exibem um alto índice de condições antecedentes de baixo peso de nascimento, um indicador de condições de estresse vivenciado pela mãe na gravidez e durante seu curso de vida. Segundo esses autores, essas evidências são boas razões para considerar a biologia do desenvolvimento e as respostas epigenéticas aos ambientes precoces na compreensão do problema específico das disparidades entre negros e brancos estadunidenses na saúde cardiovascular (Kuzawa; Sweet, 2009).

Segundo Thayer e Kuzawa (2011), indivíduos que possuem a mesma renda, mas que pertencem a identidades sociais diferentes exibem diferentes padrões de saúde. A evidência de que isso não tem relação com diferenças raciais genéticas são os estudos com imigrantes. De acordo com Kuzawa e Sweet (2009), a média do peso de nascimento dos filhos de mulheres imigrantes africanas nos Estados Unidos é muito semelhante ao das mulheres brancas americanas. Porém, com o passar das gerações, a média do peso de nascimento dos descendentes das imigrantes africanas tende a se aproximar da média dos filhos das mulheres negras americanas. Essa observação permite concluir que existe uma forte influência ambiental nesses resultados, a do fato de como é desvantajoso para pessoas negras viverem em sociedades racistas como a dos Estados Unidos, o que inclusive é prejudicial para a saúde reprodutiva das mulheres negras (Sullivan, 2013). Além da renda média inferior dos afro-estadunidenses, outros preditores relevantes para os resultados de nascimento incluem

¹⁵ Embora as explicações da epigenética para as iniquidades raciais em saúde sejam em grande parte modeladas com base nas relações raciais dos Estados Unidos, devido à centralização inicial desses estudos nessa região do mundo, o reconhecimento da dinamicidade e correspondência dos efeitos epigenéticos aos contínuos contextos socioambientais (Kuzawa; Sweet, 2009) nos permite aplicar esses modelos no auxílio da compreensão do fenômeno das iniquidades em saúde em outras circunstâncias sociais, culturais e políticas, com a devida atenção para as suas singularidades.

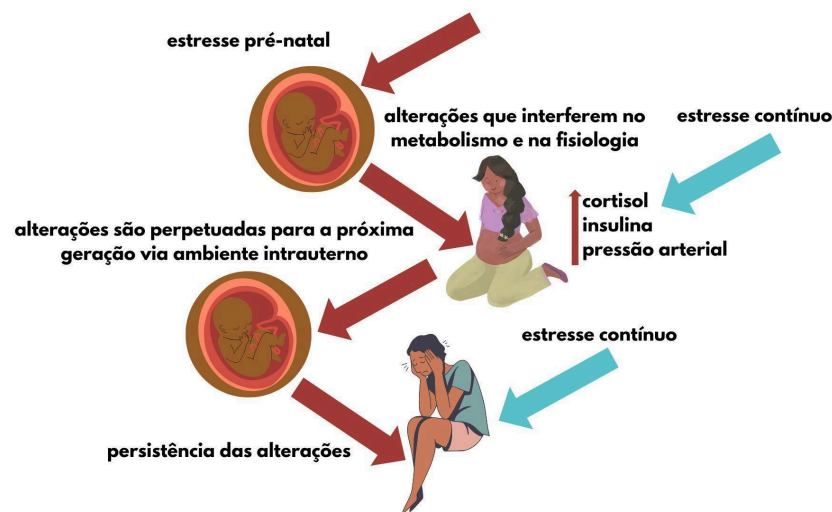
oportunidade de emprego reduzida quando comparada à de brancos com a mesma qualificação, segregação residencial, estresse crônico e autopercepção de discriminação (Kuzawa; Sweet, 2009).

Gravlee (2009) relata que a exposição ao racismo durante o ciclo de vida contribui para o alto risco de desenvolver hipertensão, diabetes e outras condições de saúde. Em uma revisão sobre os mecanismos subjacentes a esse fenômeno, Thayer e Kuzawa (2011) discutem sobre a possibilidade da epigenética se constituir como a ligação causal entre a exposição ambiental prejudicial e o desenvolvimento de doenças. Para isso, os autores elencam três grandes domínios ambientalmente influenciáveis nas mudanças epigenéticas, cujos padrões entre diferentes grupos refletem as estratificações sociais, são eles: o estresse nutricional, o estresse psicossocial e a exposição a produtos tóxicos e ambientes poluídos (Thayer; Kuzawa; 2011).

Segundo Thayer e Kuzawa (2011), o perfil nutricional pode influenciar os padrões de marcações epigenéticas ao inibir enzimas que catalisam a metilação do DNA ou a modificação de histonas, ou também pode influenciar na disponibilidade de substratos precursores desses processos enzimáticos. Em relação ao estresse psicossocial, grupos em desvantagem social tendem a estar distribuídos em localidades menos seguras, a vivenciarem a discriminação em maior grau, além de sofrerem com altos índices de depressão. Tais experiências têm impactos, por exemplo, na pressão sanguínea, no estresse metabólico e hormonal, na função imunológica e na indução de mudanças epigenéticas relacionadas com a regulação da expressão de genes ligados ao controle fisiológico. Vários estudos têm demonstrado também que altas concentrações de poluentes orgânicos e de metais pesados estão associados a alterações nos padrões de metilação em seres humanos, com efeitos fisiológicos e até mesmo podendo atingir a linhagem germinativa, que consequentemente irá influenciar a saúde de gerações posteriores (Thayer; Kuzawa, 2011).

As más condições de saúde adquiridas durante a vida, por sua vez, afetam a saúde das próximas gerações porque elas são capazes também de alterar a qualidade do ambiente fetal e pós-natal (Gravlee, 2009). Por exemplo, a resistência materna à insulina, hiperinsulinemia e diabetes durante a gravidez podem aumentar a transferência de glicose e insulina para o feto através da placenta, estimulando a sua desregulação metabólica (Kuzawa; Sweet, 2009). A consequência imediata disso é o alto risco de parto prematuro e baixo peso de nascimento, que terá efeitos persistentes na idade adulta dos filhos, como na manifestação de doenças crônicas, as quais em parte podem ser associadas às condições pré-natais e da vida precoce (Gravlee, 2009).

Figura 7: Modelo de herança intergeracional de estados de doença por meio de mecanismos epigenéticos



Fonte: Santos e Sepúlveda (2024)

Para Thayer e Kuzawa (2011), a noção de que os genes são regulados por espécies de “memórias biológicas” de experiências adquiridas na vida precoce ou na vida de predecessores recentes se apresenta como uma explicação alternativa mais poderosa que os modelos simplistas baseados no determinismo genético para as iniquidades raciais na saúde e seus efeitos transgeracionais. Portanto, medidas para lidar com os impactos das desigualdades sociais na saúde hoje seriam essenciais nos esforços para otimizar a saúde das futuras gerações de adultos (Thayer; Kuzawa, 2011).

Embora a ênfase que a pesquisa em epigenética tem dado às raízes das iniquidades raciais em saúde como vestígios, em parte, de condições experienciadas no passado, seja pela geração do tempo presente seja por ancestrais recentes (Thayer; Kuzawa, 2011), a persistência dessas iniquidades entre as gerações se deve principalmente à continuidade de ambientes e experiências estressores. Dado a persistência do racismo, as crianças negras durante seu curso de vida provavelmente experienciarão muitos dos estresses psicossociais que seus pais negros experienciaram (Kuzawa; Sweet, 2009). Tendo em vista essa perspectiva da relação entre herança epigenética e continuidade ambiental, antes do investimento em qualquer recurso tecnológico, a mitigação dos efeitos socioambientais do racismo em populações que são especificamente seus alvos é a medida elementar para tolher a criação e perpetuação das iniquidades raciais em saúde.

Por isso é importante sempre chamar atenção que o fato das mudanças epigenéticas serem duráveis não significa que são definitivas, já que mudanças em condições ambientais podem revertê-las parcialmente ou totalmente. Esse entendimento enfatiza a necessidade de novas estratégias de saúde pública com possibilidades entusiasmantes, pois o enriquecimento socioambiental poderia ser da mesma maneira transmitido através das gerações por meio da herança epigenética (Thayer; Kuzawa, 2011). Para Kuzawa e Sweet (2009), dado que a gravidez é um período crítico, os gastos públicos devem beneficiar mãe grávidas, de modo a possibilitar acesso a cuidado pré-natal adequado e a uma boa nutrição para que se assegure que essas mães sejam relativamente protegidas do estresse nutricional e psicossocial durante a gravidez e a lactação.

2. 5. 3. Repercussões da epigenética e as advertências das ciências sociais quanto a sua utilização

Os modelos discutidos acima são considerados parte de uma narrativa biossocial por evidenciarem que determinados contextos sociais são corporificados na biologia humana, contribuindo para a variação dos padrões de saúde entre diferentes populações (Kuzawa; Sweet, 2009; Meloni, 2015). Devido ao crescimento de explicações dessa natureza na era pós-genômica¹⁶, a demarcação entre o biológico e o social tem se tornado cada vez mais insustentável e tem se criado um contexto em que cientistas sociais se veem tentados a falar sobre biologia e raça sem recearem os perigos do reducionismo biológico e da eugenia (Chiapperino; Paneni, 2022; Meloni, 2015). No entanto, há a recomendação por parte dos mesmos cientistas sociais de cautela e preparo frente às incertezas da real magnitude das implicações éticas e sociopolíticas da epigenética (Meloni, 2015), o que apresentamos por meio de alguns tópicos nesta seção.

Segundo Mansfield e Guthman (2014), as abordagens da epigenética são um avanço para os movimentos em prol de justiça socioambiental porque elas acrescentam argumentos plausíveis em favor a esses movimentos, frente à negação por parte de setores elitistas de que as injustiças sociais e a degradação ambiental refletem de maneira diferenciada na saúde de diferentes populações humanas. Ao apresentar mecanismos de como isso ocorre em termos de processos biológicos e da relação deles com fatores externos, mobilizando aspectos do ambiente social mais amplo, a epigenética apresenta o potencial de desviar a atenção do

¹⁶ Esse é um termo convencionalmente utilizado para se referir ao período posterior à conclusão do Projeto Genoma Humano em 2003 (Meloni, 2015).

indivíduo, seja dos seus genes ou de seu comportamento, na responsabilização pelos seus resultados de saúde (Mansfield; Guthman, 2014). Segundo Lappé (2016), isso contribuiria para um entendimento mais holístico da saúde e no apoio ao investimento em políticas que objetivem melhorar as condições socioambientais que moldam os processos de manutenção do bem-estar humano.

Além disso, Mansfield e Guthman (2014) relatam que se poderia dizer que a epigenética se apresenta até mesmo como uma ciência antirracista, por minar os pressupostos do determinismo genético que sustentam em muito a raça e o racismo modernos, propondo explicações de como o racismo produz as iniquidades raciais na saúde por meio de sua corporificação (Mansfield; Guthman, 2014).

No entanto, a propagação indevida desse conhecimento tem chamado atenção para perigos iminentes e implicações controversas que podem contribuir com o reforço de opressões. A postura de cautela frente ao tipo de narrativa apresentado pela epigenética torna-se justificável quando olhamos para a história da ciência e nos deparamos com o fato de que a noção de ambientes prejudiciais que “danificam” a biologia foi fundamental para o surgimento do higienismo e da medicina social no século XIX, influenciando na preocupação que existia naquele período sobre a degeneração de populações (Muller *et al.*, 2017).

Chiapperino e Paneni (2022) discutem que muitos cientistas sociais têm criticado a forma como a pesquisa em epigenética reduz as influências socioambientais nas doenças a padrões de alterações epigenéticas nas células. Essa conduta tem levado ao questionamento se essa ciência não estaria promovendo a molecularização do ambiente, o que não é menos preocupante do que aquele reducionismo encontrado em uma abordagem da biologia orientada por uma visão genecêntrica (Chiapperino; Paneni, 2022). Os mesmos autores ressaltam a importância que a epigenética traz para a compreensão de como a biologia é contingente a ambientes sociais e fatores políticos, econômicos e históricos, além da sua relevância clínica na exploração de potenciais medidas de prevenção precoce (Chiapperino; Paneni, 2022).

Porém, eles alertam que a pesquisa epigenética tem focado muito mais em intervenções biomédicas e farmacológicas para correção de alterações epigenéticas do que em estratégias centradas nas raízes sociais do risco à doença. Portanto, as tecnologias e práticas associadas a essa ciência parecem se contradizer quanto à proposta de uma visão integrada e crítica da relação entre o biológico e o ambiente social mais amplo, e pode fazer da epigenética uma vítima de suas próprias promessas, de modo semelhante como foi a

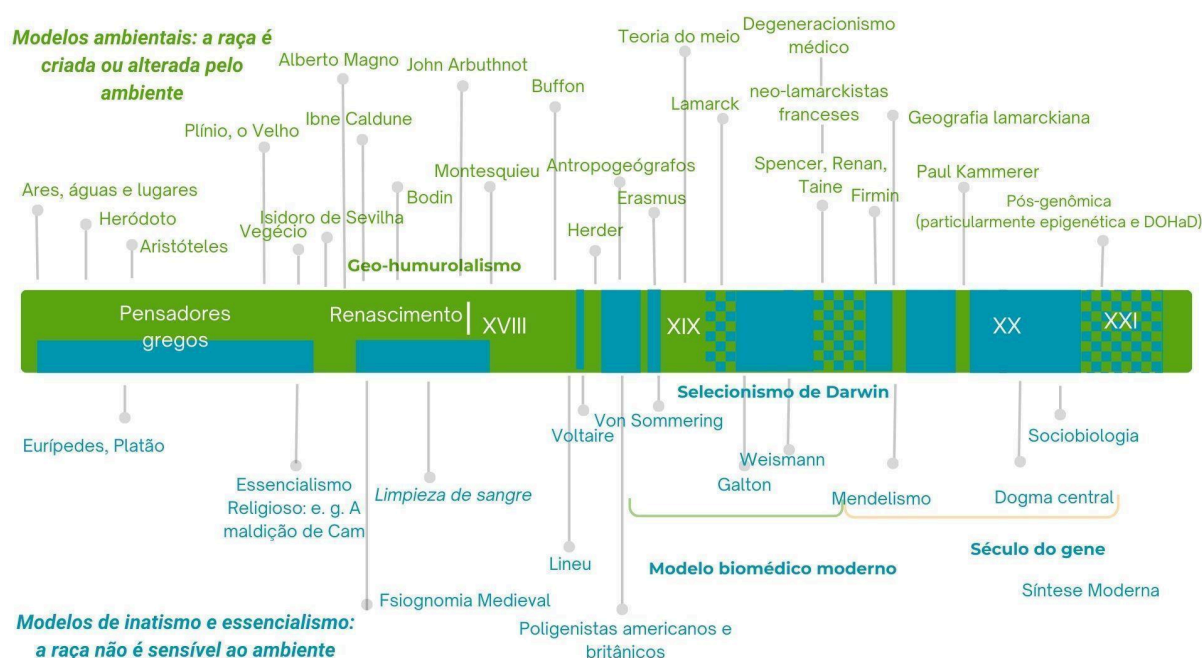
genômica quanto às suas apostas de finalmente desvendar a etiologia e a cura das doenças (Chiapperino; Peneni, 2022).

Segundo Lappé (2016), característica semelhante de desconsideração do macrocontexto é encontrada na grande cobertura midiática que a epigenética tem recebido. Para o autor, quando os conhecimentos dessa ciência aparecem nos meios de comunicação, há uma ênfase maior nas exposições e comportamentos individuais do que a respeito das condições socioambientais que influenciam essas experiências, o que leva à responsabilização excessiva dos pais, e mais frequentemente das mães, pela saúde dos seus filhos. De acordo com Muller e colaboradores (2017), esse paradoxo é devido à maneira como o ambiente é conceituado na pesquisa epigenética, em que diversos fatores epistêmicos tornam a sua compreensão limitada, como, por exemplo, a extrapolação dos resultados de estudos com organismos modelo em ambientes controlados de laboratório que não reproduzem a complexidade da dinâmica das sociedades humanas.

Segundo Waggoner e Uller (2015), o determinismo epigenético é a crença de que a expressão de traços fenotípicos complexos é determinada pelos mecanismos epigenéticos que controlam a expressão gênica. Para os autores, a linguagem com a qual a epigenética tem sido divulgada na ciência e na mídia tem sido tão determinista quanto a genética, o que é devido à ancoragem tanto da epigenética quanto da sociedade à genética e seu tradicional discurso determinista e reducionista. Segundo os autores, caso esse tipo de abordagem não seja mudada, o gene continuará a ser o objeto de atenção privilegiado para explicar a saúde, a doença e os problemas sociais, limitando o potencial que a epigenética oferece em contribuir para a compreensão do desenvolvimento fenotípico nos indivíduos (Waggoner; Uller, 2015).

Quanto ao papel que a epigenética tem desempenhado para a compreensão da raça, Meloni e colaboradores (2022) alertam para eventuais resultados contraproducentes ao argumentarem que a noção de tipos raciais determinados ambientalmente foi utilizada desde o século XVIII de diversas maneiras para justificar o racismo, como é possível ver na linha do tempo ilustrativa da figura 8, a qual retrata as disputas sobre qual seria a natureza da raça no contexto ocidental.

Figura 8: Mudanças de crenças sobre raça no Ocidente baseadas entre modelos fixos e ambientais¹⁷



Fonte: Adaptado de Meloni *et al.* (2022)

Os autores analisam que na era pós-genômica há uma tendência da epigenética em reforçar a noção de determinismo racial-ambiental, devido por exemplo, às interpretações de grupos raciais como homogêneos, por estarem submetidos às mesmas condições ambientais, e à adoção do pressuposto de que marcadores epigenéticos seriam espécies de novos classificadores raciais. Essas alegações abrem espaço para a rotulação de grupos inteiros como patológicos e prejudicados por enfrentarem situações adversas na vida, portanto, por essa ótica, necessariamente tais populações carregariam uma “bagagem biológica” negativa resultante dessas experiências (Meloni, *et al.*, 2022). Por isso, uma ideia de herança plástica trazida pela epigenética não necessariamente irá extinguir o discurso racista e excludente do paradigma da herança dura presente na genética tradicional (Meloni, 2017)

Para Meloni e Testa (2014), a epigenética seria uma ‘revolução passiva’, no sentido proposto pelo filósofo Antonio Gramsci, porque os desdobramentos até o alcance de suas promessas iniciais ocorrem a longo prazo e em um cenário onde coexistem e se sobrepõem ideais progressistas e retrógrados. Assim sendo, a epigenética sozinha não tem força suficiente para promover uma ruptura ao que até então está estabelecido e parece fazer isso a passos vacilantes (Meloni; Testa, 2014).

¹⁷ A imagem não representa uma escala de tempo exata.

Alguns autores têm alertado que a abordagem intervencionista biomédica e tecnológica da epigenética também parece apoiar uma nova eugenia a partir do mesmo fundamento que torna essa ciência promissora, a concentração na plasticidade (Mansfield; Guthman, 2014). Embora pareça que os modelos de plasticidade da epigenética eliminem as consequências prejudiciais da noção de raças como tipos naturais, ela também apresenta uma nova forma de racialização, que se baseia na ideia de que há processos de criação de raças no sentido natural, e busca meios de controlar tais processos, pautando-se nas noções de normalidade e de anormalidade (Mansfield; Guthman, 2014), em que se atribui a noção de anormalidade a populações marginalizadas (Meloni *et al.*, 2022). Dessa maneira, a ideia de plasticidade da vida torna os organismos abertos a possibilidade de intervenções e até mesmo de otimização, baseada na busca por eliminar as diferenças biológicas anormais que seriam uma ameaça à qualidade de vida das sociedades (Mansfield; Guthman, 2014).

Outro problemática é em relação à padronização das concepções de saúde e das medidas para sua preservação, pois à medida que a epigenética oferece explicações de como o racismo é corporalizado pelos indivíduos pertencentes aos seus grupos alvo, ela também normatiza padrões de vida e comportamentos associados aos brancos, de modo a reforçar, mesmo que implicitamente, que os ambientes e estilos de vida dos brancos são a norma, e que, portanto, pessoas não brancas em seus variados contextos sociais e culturais devem performar esses padrões para se protegerem e protegerem seus descendentes (Mansfield; Guthman, 2014).

Segundo Meloni e colaboradores (2022), as abordagens da epigenética para as desigualdades raciais na saúde não são apenas negativas, pois, a depender do contexto e da maneira como são divulgadas, elas podem contribuir para realçar a resistência de comunidades negras e indígenas em contextos de opressão, visto que as organizações políticas dessas populações marginalizadas também se fundamentam em perspectivas biossociais de desvantagens historicamente acumuladas como parte de uma agenda de justiça étnico-racial e de reparação histórica. Os autores alegam que é necessário enfatizar a reversibilidade das modificações epigenéticas prejudiciais frente à possibilidade de novas condições de vida favoráveis, visto que quando esse princípio fundamental da epigenética não é abordado o risco de estigmatização aumenta (Meloni *et al.*, 2022). Muller e colaboradores (2017) propõem a necessidade do diálogo interdisciplinar e equilibrado entre biólogos, cientistas sociais e outros profissionais das ciências humanas para lidar de forma adequada com o potencial ambivalente da epigenética.

Com base nessas preocupações trazidas por esses autores das ciências sociais, podemos concluir que a epigenética precisa ser considerada como um elemento adicional que contribui em parte para a compreensão das iniquidades raciais na saúde e não deve ser assumida como a solução salvífica e definitiva advinda da ciência para essa questão, visto que, como foi discutido, sua apropriação sem os devidos critérios éticos e apartada dos debates sociais abre possibilidades para o reforço de preconceitos e de estigmatização, na medida em que um tipo de determinismo biológico é substituído por outro. Portanto, ao pretender colaborar com o entendimento de questões de saúde pública, a epigenética precisa ser integrada a um modelo de saúde não reducionista, em que seus pressupostos sejam contextualizados a aspectos sociopolíticos, dialoguem com outros campos de saber e estejam abertos e consonantes com o que de fato as organizações políticas de grupos sociais vulnerabilizados têm reivindicado em termos de medidas de saúde coletiva. E o mais importante de tudo, a sua abordagem em relação a temas raciais precisa ser orientada pelo compromisso antirracista de busca por justiça social e étnico-racial por meio da mudança das bases de opressão, para que assim se evite os perigos de discursos reducionistas e deterministas biológicos e de intervenções pautadas apenas em uma perspectiva biomédica e tecnocientífica.

2. 6. A polissemia do conceito de raça na interpretação das iniquidades em saúde

De acordo com o que foi apresentado neste capítulo, raça é um termo polissêmico, ou seja, é um conceito que pode ser interpretado de diversas formas e utilizado para diferentes compromissos. Segundo Ludwig (2020), os debates envolvendo diferentes conceitos de raça geram um grande dilema na compreensão pública. Assumir a existência de raças pode contribuir para o racismo, no sentido de reforçar explicações biológicas ou culturais para as desigualdades raciais. Por outro lado, a rejeição de categorias raciais pode conduzir a uma ignorância a respeito da desigualdade racial e minar ferramentas para sua superação, na medida em que se contribui para um “racismo sem raças” (Ludwig, 2020, p. 1).

No empenho de explicar a polissemia do conceito de raça, essa última seção busca organizar e sintetizar os elementos abordados no capítulo e discutir que, na verdade, o que torna as discussões sobre raça e saúde nebulosas e indutoras de confusões é a não explicitação dos significados de raça envolvidos e dos compromissos analíticos, sociopolíticos e éticos de sua utilização na saúde. Segundo Kent e Wade (2015), é preciso levar em conta que processos de racialização, desracialização e re-racialização podem ocorrer

de forma simultânea, e as controvérsias acirradas na era pós-genômica envolvendo biologia, raça e identidades são uma prova disso.

A genômica pode ser considerada a principal influência nos discursos de desracialização, nos quais é enfatizado que a genética já descartou a existência de raças. No Brasil, vários estudos dessa natureza foram levados a público por profissionais das ciências biológicas como Sérgio Pena e Maria Bortolini (2004) no início dos anos 2000, quando era bastante acalorado o debate público sobre a legitimidade das políticas de ações afirmativas e, se estas fossem implantadas, quais critérios seriam utilizados para definir quem poderia se beneficiar delas. Embora a questão sobre raça e saúde não tenha provocado discussões mais amplas na sociedade tanto quanto foram as cotas raciais na educação, houve posicionamentos diversos com críticas centradas na racialização, questionando se a raça deve se constituir em um marcador privilegiado para explicar as desigualdades no campo da saúde pública no Brasil (Maio; Monteiro, 2010).

Como crítica à racialização e focando em uma perspectiva unicausal da doença, Fry (2005) faz críticas aos debates sociais sobre as doenças mais frequentes na população negra e da necessidade de políticas públicas específicas para essa população, promovidos em grande parte pelos movimentos sociais negros. Segundo o autor, como a doença se trata de um fenômeno natural, discursos sobre “doenças raciais” incorrem na produção e naturalização de uma “raça negra” e, em contrapartida, de uma “raça branca” no Brasil, país que, segundo ele, se imaginava miscigenado biológica e culturalmente, sem a classificação racial bipolar como presente nos Estados Unidos (Fry, 2005), ou seja, um país sem raças.

Entre os elementos presentes na crítica de Fry (2005) sobre um suposto processo de naturalização da raça negra, há o apontamento do teor essencialista dos termos “hereditário”, “ancestral” e “étnico” referentes às características de um dos grupos de doenças mais frequentes na população negra, relatado no documento gerado da mesa redonda sobre saúde da população negra, realizada em 1996 por “cientistas, militantes da sociedade civil, médicos e técnicos do Ministério da Saúde” (Maio; Monteiro, 2010, p. 292). Entre essas doenças constam a doença falciforme, a deficiência de glicose-6-fosfato desidrogenase (doenças monogenéticas), a hipertensão arterial e o diabetes mellitus (Fry, 2005; Maio; Monteiro, 2010). Essas duas últimas também aparecem em um outro grupo de agravos de saúde que são atribuídos a uma combinação entre fatores genéticos e o acúmulo de condições de vida desfavoráveis (Maio; Monteiro, 2010).

O Ministério da Saúde, em documento mais recente de 2017 (Brasil, 2017), ainda segue a tradição de se referir a tais doenças como doenças hereditárias mais frequentes na

população negra de forma generalista e sem explicitar quais são os mecanismos de herança envolvidos nessas diferentes patologias. De fato, do ponto de vista dos conhecimentos atuais da biologia, como discutido neste capítulo, isso pode ser problemático. Mas é importante ressaltar que, no contexto da proposição dos possíveis fatores causais envolvidos nessas doenças, se percebe uma espécie de esforço dialético, no qual os debates sobre raça e saúde estão situados numa zona de confronto entre as denúncias de uma dinâmica social racista e a influência do *status* do conhecimento médico e científico da época em questão, informado pelo discurso genético e racial-genético.

A médica ativista Fátima Oliveira, por exemplo, em relato a Sueli Carneiro (2023), ilustra como os movimentos sociais negros buscavam negociar suas reivindicações no âmbito da saúde com o conhecimento técnico disponível na época, por também considerar esses importantes, dado a visão de saúde que se estava pautando e requerendo, a qual levava em conta também o aspecto biomédico. Fátima Oliveira (ver Carneiro, 2023) conta que por um tempo a questão sobre determinantes biológicos se constituiu em um dos maiores problemas teóricos a ser resolvido nas discussões sobre saúde da população negra no Brasil. Segundo ela, em um dos seminários que aconteciam nos anos 1990 e que se discutia o biológico versus o social na saúde, os debates tomavam um rumo muito negativo a seu ver, em que alguns participantes chegavam a supor que a saída para determinadas questões de saúde era o conformismo frente ao que era geneticamente determinado, em que eram expressas falas semelhantes a “pois é, temos que nos curvar, tem algumas coisas que são problemas nossos e temos que nos curvar a isso” (Carneiro, 2023, p. 284).

Porém, um ponto importante destacado por Fátima Oliveira é que o que caracteriza a luta antirracista na saúde é o grande esforço discursivo para superar as armadilhas do fatalismo genético e de uma visão unicausal da doença para pautar de forma mais incisiva os aspectos sociais que influenciam e potencializam os agravos de saúde (Carneiro, 2023), mesmo em meio a tensões quanto à associação entre raça, ancestralidade e determinantes biológicos e de como lidar com a até então lacuna explicativa de como de fato elementos genéticos interagem com os fatores sociais na produção da doença.

Além disso, Maio e Monteiro (2010) apontam que, mesmo no documento de 1996 utilizado na crítica de Fry (2005), há uma ponderação de que tais agravos de saúde também incidem em outros grupos étnico-raciais, mas que seus efeitos são mais frequentes e intensos nos negros devido a razões sociais. Dessa forma, percebe-se que as abordagens de saúde são tão importantes quanto o significado de raça que é mobilizado nos debates sobre iniquidades raciais em saúde. Esses ativismos negros, nesse lugar social e nesse período histórico, estão

reconhecendo a importância da tecnociência e de uma dimensão biomédica na saúde, portanto, são influenciados por suas tradições e pelo estado do conhecimento desses campos. Mas não se limitam a isso, expandindo as reflexões para tornar mais inteligíveis os processos sociais que subjazem ao problema das desigualdades raciais na saúde pública.

Quando não é o ceticismo em relação à existência de associação entre raça e saúde, há a negligência sobre essa questão, posturas as quais, segundo Maio e Monteiro (2010), predominam nas publicações das pesquisas sobre saúde pública no Brasil. O argumento de Fry (2005) é bastante ilustrativo nesse sentido, pois articula dois pressupostos que sustentam essa posição que chega a atribuir um caráter apelativo ao que é pautado pelos movimentos negros, a crítica centrada numa visão naturalizada da doença e a crença de que não há racismo na sociedade brasileira, ou de que o racismo aqui não é tão grave quanto em outros lugares do mundo, o que já se mostrou uma grande falácia por intelectuais dedicados ao estudo das relações étnico-raciais brasileiras, mais precisamente do negro brasileiro (Carneiro; 2023; Fernandes, 2008; Gonzales, 2020; Nascimento, 2016).

Em contrapartida, como argumenta Msimang (2024), o racismo não precisa de fundamentos conceituais da biologia para que tenha efeitos na saúde, então quando a saúde é assumida de uma forma não reducionista, as raças não devem ser pensadas apenas como aqueles grupos que correspondem a linhagens naturais. Segundo Ludwig (2020), não há margem para mal-entendidos sobre raça quando ela é conceitualmente especificada em termos de posições sociais estruturadas de forma hierárquica, e quando se explicita que são as sociedades racializadas que constroem sistemas sociais que moldam benefícios e desvantagens, relacionadas a nutrição, assistência de saúde, lugar de moradia e que tipos de experiências sociais um sujeito racializado irá viver, como situações de preconceito e de discriminação (Ludwig, 2020). Dessa forma, a raça não apenas se constitui como ferramenta analítica para compreender o aparelho estrutural das injustiças sociais, mas também emerge como recurso político para superar as iniquidades raciais do Brasil, frutos de um processo histórico (Maio; Monteiro, 2010).

Nesse sentido, Chor e Lima (2005) discutem que, como os movimentos negros têm defendido, embora a raça não seja uma categoria biológica, é um importante constructo sócio-histórico que serve como marcador de identidades, molda as desigualdades sociais desde a escravização e colonização e até hoje contribui para o grau de exposição aos diferentes riscos de saúde. Por meio de uma análise de dados epidemiológicos racializados do Brasil, os referidos autores chegam à conclusão de que negros e indígenas apresentam várias desvantagens de saúde devidas a aspectos como renda inferior, experiências de discriminação

direta, exposição excessiva à substância tóxicas em ambientes insalubres e assistência de saúde inadequada. Eles concluem que somente a classe social não é suficiente para explicar as desigualdades de saúde no Brasil, e que a raça deve ser considerada na pesquisa epidemiológica

(...) a oposição classe social ou raça, como explicações mutuamente exclusivas, não tem contribuído para a compreensão abrangente das desigualdades de saúde. Em sociedades como a brasileira, na qual relações de classe são racializadas e relações raciais são dependentes da classe social, a pesquisa epidemiológica deve buscar elucidar o impacto, na saúde, das desigualdades socioeconômicas e raciais. O estudo das inter-relações entre essas dimensões parece ser um caminho mais promissor tanto do ponto de vista do conhecimento científico quanto de políticas públicas direcionadas a minorar as desigualdades de saúde (Chor; Lima, 2005, p. 1593).

No entanto, a influência dos estudos da genômica nos discursos de desracialização incitou um movimento para a invalidação do uso de raça na saúde, até mesmo por aqueles que aparentemente assumem que a raça se trata de uma construção social. A seguir, é discutido porque somente a compreensão do conceito social de raça sem uma análise dos possíveis compromissos relacionados ao uso desse conceito em diversos contextos e níveis, e com base em diferentes concepções de saúde, não é suficiente para resolver os dilemas sobre a relação entre saúde e raça.

Por exemplo, em outro trabalho, o geneticista Sérgio Pena (2005), com base nos conhecimentos da sua área de estudo, problematiza abordagens, práticas e tecnologias médicas que insistem em ver as categorias raciais humanas como realidades biológicas frente às fortes evidências empíricas da incompatibilidade de traços fenotípicos com a identificação de uma ancestralidade genética e geográfica precisa. Só que, embora pareça que o autor reconhece que a raça seja um constructo sócio-histórico com implicações nas relações de poder e dominação (Pena, 2005), seu argumento pauta-se em afirmar que raça não é um conceito válido na saúde e faz isso se restringindo aos aspectos da influência da genômica na clínica médica, tais como no diagnóstico e tratamento de pacientes individualizados, além de assumir a relevância de variações genéticas para características humanas complexas e em certa medida atribuir à genética autoridade para validar ou refutar discussões na arena social. Logo, é importante considerar que tais conclusões de Sérgio Pena sobre raça e medicina ignoram a importância das ações de saúde coletiva e como a raça do ponto de vista social pode ser um condicionante para necessidades específicas de determinadas coletividades.

Esses aspectos do argumento de Pena (2005) o levam a defender enfaticamente que a raça deve ser completamente banida da medicina brasileira, pois é um conceito tóxico que

traz muito mais malefícios do que benefícios, porque, de acordo com sua visão, o único compromisso de sua utilização é a opressão, mesmo dentro do contexto médico. O referido autor, ao discutir que muitos teóricos do campo da saúde têm legitimado o uso da raça como *proxy*¹⁸ (sub-rogado em suas palavras) de variáveis não genéticas, como as sociais e ambientais, ele chega ao seu principal objetivo argumentativo, colocar dúvidas até mesmo sobre essa utilidade. Segundo ele, deve-se ter cuidado para não legitimar “*falsos indicadores* e, também, fazer todo o esforço para *abandonar essas tênues relações*, atacando com firmeza *as verdadeiras variáveis genéticas e ambientais que afetam a saúde e a doença*” (Pena, 2005, p. 342, grifo meu). Esse posicionamento do autor desconsidera a raça como indicador de variáveis genéticas de relevância para saúde, o que é justificável do ponto de vista da genética populacional, mas faz o mesmo com as variáveis socioambientais, como se raça e racismo não fossem fenômenos sociais que verdadeiramente influenciam a saúde e parece não ver nesses fatores consistência suficiente para serem usados como ferramentas analíticas.

Em relação ao conceito de *proxy*, criticado por Pena (2005), Msimang (2021) faz uma ponderação, ao discutir que, na maioria dos contextos, raça como um constructo social realmente é uma ferramenta ruim e inadequada para indicar características genéticas de relevância para a saúde, visto que as mesmas não são distribuídas racialmente, mas faz a observação de que, em alguns contextos particulares, ela poderia ser útil (Msimang, 2024). Quanto aos efeitos diretos do racismo na saúde, segundo o mesmo autor, não há dúvidas de que a raça sempre será um recurso efetivo e indispensável para localizar quem são os grupos alvo do racismo na saúde (Msimang, 2021).

Sobre a possibilidade de a raça ter relação com algumas doenças de base genética, Msimang (2021) argumenta que as construções sociais de raça da atualidade podem em alguma medida corresponder ou se sobrepor a grupos populacionais de características biológicas relevantes para a saúde devido a processos sócio-históricos, mas o que está sendo analisado nesse caso é a ancestralidade genética sugerida pela raça e não a raça em si como se tivesse valor biológico. Como exemplo, o autor cita a doença falciforme, conjunto de patologias para as quais a raça pode ser uma *proxy* útil para identificar grupos populacionais de risco em determinados contextos, como nas Américas, em que houve migração forçada de populações africanas advindas de lugares onde o traço falciforme apresenta vantagem adaptativa. Porém, em outros locais, a raça pode não servir para esse propósito, porque a

¹⁸ *Proxy* é um conceito da medicina que diz respeito a uma variável (ex.: raça) que pode servir de substituta para outras variáveis, biológicas (ex.: genéticas) ou sociais (ex.: classe socioeconômica e nível de discriminação) (Laguardia, 2005; Msimang, 2021).

correlação existente entre raça negra e doença falciforme, tal qual foi estabelecida e é entendida, por exemplo no Brasil e nos Estados Unidos, não é verdade para outras regiões do mundo (Msimang, 2021).

Para Msimang (2021), raça é relevante e insubstituível para o melhor entendimento da razão histórica do racismo na relação entre determinantes sociais de saúde e iniquidades raciais na saúde, pois identifica quem são os alvos e os beneficiários do racismo na saúde. No entanto, Msimang (2024) destaca que há limitações do uso de raça como constructo social em contextos clínicos, pois riscos em nível de população não serão necessariamente informativos sobre o risco individual de um membro de determinado grupo racial. Nesse caso, para condições de saúde dependentes de exposições ambientais específicas, existirá graus de exposição diferentes entre os diferentes membros de um mesmo grupo racial, o que pode ser problemático na avaliação do risco individual e de subgrupos particulares (Msimang, 2024).

Porém, o que Msimang (2024) enfatiza, e que diferencia o seu argumento do de Pena (2005), é sobre a existência de uma questão estrutural que não pode ser resolvida apenas no âmbito da clínica médica e que demanda intervenções mais amplas. Dessa forma, ele defende a importância de utilizar a raça para tornar compreensíveis as iniquidades de saúde entre populações e suas raízes, bem como para propor intervenções em nível de políticas públicas e institucionais direcionadas às coletividades, visto que a maior proporção de negros em situações de vulnerabilidade em saúde não é uma simples coincidência, mas é consequência do racismo e de seus efeitos (Msimang, 2024).

Portanto, deveras é importante a sensibilidade de servidores de saúde às questões raciais na assistência médico-sanitária direta aos usuários, visto que esse é um contexto em que o racismo também se materializa (Akotirene, 2021), mas para debelar a questão das iniquidades raciais na saúde é necessário ir além do âmbito clínico e concentrar-se em ações mais abrangentes que visam mitigar os efeitos da estrutura social que perpetuam desvantagens de diversos níveis e em várias dimensões para a população negra, o que exige mudanças radicais nas bases econômica, social e política (Msimang, 2024).

Por esse ângulo, Bernardino (2002) defende a importância de políticas de ações afirmativas, as quais se constituem como instrumento de racialização positiva, e destaca que não são essas políticas que promovem de forma inédita a racialização das relações sociais no Brasil, mas que, sim, essas já são racializadas, como na alteração da população negra e no racismo direcionado a ela. O reconhecimento desse fator de injustiças é importante para o verdadeiro ideal universalista, em que todos de fato possam ter acesso à educação, moradia, renda, assistência médica e desenvolvimento social (Bernardino, 2002).

Para trazer novos elementos ao debate, existe outra sugestão de significado para raça que vai além da dicotomia entre o biológico e o social. Segundo Gravlee (2009), o questionamento se a raça corresponde ou não a uma divisão biológica natural da humanidade e sua refutação é importante, mas é um trabalho incompleto para tornar inteligíveis as nuances entre saúde e raça. De acordo com o autor, se deveria questionar também de que formas a raça enquanto um fenômeno em primeira instância social, histórico e cultural pode exercer força na vida das pessoas, com consequências em questões biológicas (Gravlee, 2009).

Segundo Gravlee (2009), essa concepção exige uma mudança na forma como a biologia é entendida e de como articulamos a ideia de raça com uma biologia de má qualidade, ou seja, quando pensamos em raça e biologia, recorremos quase sempre a uma biologia e antropologia que já foram teoricamente sobrepujadas, mas que ainda exercem grande influência nas pesquisas e na compreensão pública (Gravlee, 2009). De acordo com Wade (2004), o tabu da associação entre raça e biologia pode ser superado a partir da afirmação de que biologia não é equivalente à genética, mas é um campo que também abarca processos de desenvolvimento dos organismos no seu ambiente e no seu contexto social. Segundo o autor, essa perspectiva apresenta forte oposição ao pensamento reducionista e determinista de biologias que muito contribuem para a opressão, como a sociobiologia e a psicologia evolutiva (Wade, 2004).

Para Gravlee (2009), as críticas sobre a ideia de raça devem expandir em direção à rejeição de uma biologia reducionista e da sua substituição por uma perspectiva biossocial da biologia humana, mais complexa, que reconheça a plasticidade fenotípica e as interações dos organismos vivos com seu ambiente ao longo do curso de vida. Nesse sentido, Krieger (2001) propõe o conceito de corporificação no âmbito da epidemiologia social para compreender a dupla natureza do ser humano, como um ser ao mesmo tempo social e biológico.

Corporificação é um conceito que se refere a como, literalmente, incorporamos biologicamente o mundo material e social que vivenciamos, desde o útero até a morte; a consequência disso é que nenhum aspecto da nossa biologia pode ser compreendido sem o conhecimento da história e das formas de viver, tanto individuais quanto sociais (Krieger, 2001, p. 694, tradução minha).¹⁹

¹⁹ No idioma original: “Embodiment, a concept referring to how we literally incorporate, biologically, the material and social world in which we live, from in utero to death; a corollary is that no aspect of our biology can be understood absent knowledge of history and individual and societal ways of living” (Krieger, 2001, p. 694).

Segundo essa perspectiva trazida por Krieger (2001), o fenômeno social da raça pode ser corporificado e passar a ter relação com fenômenos biológicos, como é visualizado nas diferentes consequências de um ambiente racista nos processos biológicos que atuam na manutenção do bem-estar físico das pessoas de grupos humanos racializados (Gravlee, 2009), fenômeno que alguns sugerem que pode ocorrer, por exemplo, por meio de mecanismos epigenéticos (Kuzawa; Sweet, 2009) e que contribuem para as iniquidades raciais na saúde. Portanto, de acordo com Wade (2004), a raça pode ser entendida como entidade biossocial, nem genética, nem apenas simbólica, mas como real processo orgânico de relação recíproca com a sociedade, em que ao mesmo tempo que é moldado por ela também a molda.

A epigenética, assim como a neurociência e a microbiologia (Meloni, 2015), tem contribuído para a construção dessa perspectiva integrada entre o biológico e o social, pois parte do pressuposto de que o funcionamento do corpo é aberto às influências ambientais, as quais são moldadas pelos contextos sociais e políticos (Muller *et al.*, 2017), o que poderia ser bastante útil para a melhor compreensão do próprio fenômeno da raça (Wade, 2004) e de como utilizá-la, por exemplo, nas políticas públicas de saúde (Muller *et al.*, 2017).

Gravlee (2009) argumenta que são justificáveis as preocupações sobre o perigo de falar de diferenças em termos biológicos entre grupos racializados da forma como é trazido por campos de estudos como a epidemiologia social, DOHaD e epigenética, mas enfatiza que isso só ocorreria caso a biologia fosse reduzida à genética e se ignorasse o papel causal dos fatores externos na biologia humana. Para Wade (2004), dado que a identidade racial está marcada no corpo e nele se corporifica, o fenômeno social da raça tem relação com a natureza humana, não que a raça seja em si natural, mas que é natural do humano corporificar os processos sociais que vivencia. Essa natureza humana não deve ser vista como pré-formada, determinada e fixa, mas mutável, maleável e emergente, o que tem muito mais a ver com biologia do que com genética de forma restrita (Wade, 2004).

Porém, como já foi discutido no final da seção anterior, vários cientistas sociais têm recomendado cautela, pois durante a história uma perspectiva de raça moldada pelo ambiente também foi utilizada para sustentar alegações e práticas racistas, o que indica um certo risco em abordagens biossociais como da epigenética ambiental (Mansfield; Guthman, 2014; Meloni, 2017; Meloni *et al.*, 2022; Muller *et al.*, 2017), portanto, é preciso vigilância, pois a ideia de raça biossocial pode atualmente ser mais uma munição para racistas.

Msimang (2024), ao observar as pesquisas científicas que indicam mudanças observáveis nos padrões de expressão gênica em grupos racialmente definidos e o resultado negativo da divulgação desses resultados na ciência e na sociedade ao estigmatizar grupos

raciais marginalizados, argumenta que de uma perspectiva biossocial, raças podem ser melhor conceituadas como grupos sociais que são *afetados* por exposições ambientais desvantajosas que podem causar, por exemplo, alterações epigenéticas maléficas, e não como grupos *definidos* por essas exposições e por seus efeitos (Msimang, 2024). Essa mudança de ênfase tira o foco dos sujeitos e chama atenção para os ambientes e experiências de risco em que esses sujeitos estão inseridos.

Para finalizar as discussões do capítulo, no quadro abaixo são apresentados alguns possíveis significados de raça e os compromissos analíticos e ético-políticos de sua utilização ou não utilização na saúde. Esses compromissos, além de emergirem a partir dos diferentes significados de raça, são pautados em distintas perspectivas de saúde e de ações de saúde, ou podem priorizar determinados fatores causais de doenças. Ressalta-se que existem diversos outros significados possíveis de raça. Ludwig (2020) por exemplo, advoga por um significado político por julgar que os conceitos biológico, social e cultural não são suficientes para a compreensão pública das iniquidades raciais. No entanto, o significado político de raça como proposto por Ludwig (2020), em que raças são tomadas como posições sociais hierarquizadas, criadas por sociedades racistas para manter um sistema de privilégios, apresenta várias congruências com o *conceito social de raça* como proposto, por exemplo, por Guimarães (1999 *apud* Maio; Monteiro, 2010) e Munanga (2004). Tendo isso em vista, por motivos de simplificação, aqui se toma os significados sociológico e político de raça apenas como *conceito social*. Ao delimitar esse significado de raça, também estamos de acordo com Gomes (2012), para a qual, o conceito de raça é uma construção social que também é ressignificada pelos movimentos sociais negros como ferramenta política potente para reunir indivíduos que compartilham uma mesma identidade na busca por emancipação.

Quadro 1: Diferentes significados de raça e alguns compromissos da sua utilização na saúde.

Significado de raça	Compromissos analíticos e ético-políticos do uso (ou não uso) da raça na saúde	
Biológico: As raças humanas representam tipos biológicos discretos, homogêneos e fixos, podendo ser caracterizadas por traços físicos e comportamentais essenciais ou “particularidades genéticas” compartilhadas por seus membros.	Racismo científico	Particularidades físicas e comportamentais e o maior acometimento de enfermidades em determinadas raças evidenciam sua inferioridade biológica e justificam a subjugação e exploração de corpos, bem como legitimam estratégias para controle ou supressão de grupos raciais de características consideradas indesejáveis.
	Omissão racista	Não compete ao Estado e às instituições promoverem ações direcionadas às disparidades raciais em saúde, visto que não há responsabilidade nem possibilidade de melhora, pois elas são devidas à natureza e não podem ser mudadas, portanto, intervenções racializadas que busquem a melhoria da saúde são inúteis.
	Racialista biomédico	As diferentes raças apresentam alegadas diferenças nas composições genéticas, o que explica diferentes tendências biológicas e riscos de saúde, o que pode ser útil na orientação médica, por exemplo, para prever predisposições a doenças e prescrever de maneira correta medicamentos e tratamentos, levando em conta a resposta diferencial a estes pelas diferentes raças.
Social: Raças humanas não são grupos biológicos, mas sim, raça é uma construção social e política originada das relações de poder e dominação, a partir da qual indivíduos são identificados, bem como são condicionados seus lugares de desvantagem ou de privilégio na sociedade. Também por isso, raça é uma categoria ressignificada e mobilizada pelo movimento negro na luta política pela	Antirracista biomédico	Dado que do ponto de vista biológico as raças não existem e pautando-se em uma perspectiva proeminentemente biomédica da saúde e da doença, é mais prudente eliminar o conceito de raça da saúde, visto que sua utilização pode reforçar ideias naturalizadas de raça, validar opressões e reproduzir estereótipos.
	Clínico-genético comedido	Embora raças sejam construções sociais, em determinados contextos clínicos, ela pode servir como indicador de ancestralidade genética e para mapear o risco a doenças de base genética quando há correlação entre eventos biológicos de relevância para saúde em populações (ex.: fenômenos adaptativos) e processos sócio-históricos, como a migração colonial forçada. Porém, o uso generalizado de raça nesse sentido pode ser inadequado, dado a baixa correspondência entre ancestralidade genética e identidade racial nos diferentes contextos sociais.
	Clínico-social contextual	Assumindo-se que o racismo possui efeitos na saúde, em determinadas conjunturas a raça social pode servir para mapear variáveis sociais e ambientais que oferecem riscos à saúde e propor intervenções. Porém é um recurso que sozinho pode ser limitado na tomada de decisões para ações médicas individualizadas, visto que as experiências dos indivíduos de uma mesma raça não são uniformes e dependem de outras circunstâncias, o que não permite somente basear-se em generalizações sobre padrões de saúde de um grupo racial para determinar de forma adequada o <i>status</i> de saúde e a forma mais adequada de proceder com todo e qualquer indivíduo de uma dada identidade racial.

superação do racismo.	Antirracista	Raça é uma ferramenta analítica útil e insubstituível para entender como o racismo nos níveis institucional e estrutural produz e mantém iniquidades em saúde entre populações racializadas de sociedades racistas por meio da sua influência em determinantes e fatores de risco que afetam em maior proporção e com maior magnitude grupos raciais marginalizados. Entre esses fatores e determinantes, tem-se, por exemplo, classe econômica inferior, maior exposição a substâncias tóxicas, má alimentação, violência, discriminação e acesso precário aos serviços de saúde, cuja consequência é a maior frequência de agravos de saúde nos grupos alvos do racismo. Como ferramenta política, a raça serve para pautar ações compensatórias mais amplas direcionadas a coletividades minorizadas para superação do racismo e promoção da equidade racial na saúde, o que demanda o esforço para mudanças sociopolíticas radicais.
Biossocial: Raça é uma construção social que confere determinadas experiências a indivíduos racializados, as quais podem ser corporificadas e passam a se constituir como parte de uma biologia maleável e responsiva aos contextos socioambientais, contribuindo para diferentes padrões nos processos de manutenção do bem-estar biológico nos diferentes grupos humanos racializados.	Contribuição antirracista	A consideração de fatores biológicos e sociais de forma integrada pode contribuir para a melhor compreensão de como as iniquidades raciais na saúde são produzidas e persistem ao longo das gerações, em que se pode recorrer a campos do conhecimento que auxiliam a esse entendimento, como a epigenética. Consequentemente, podem ser propostas estratégias julgadas eficazes para reduzir as disparidades de saúde, como na produção de novas tecnologias que auxiliem as políticas públicas. Por exemplo, o desenvolvimento de medicamentos e o planejamento de intervenções que se preocupem com a garantia do bem-estar em períodos críticos do desenvolvimento, como a gravidez e a amamentação, investindo de forma expressiva nos cuidados pré-natal, do parto e do puerpério das pessoas de grupos raciais vulnerabilizados que gestam. Além da aplicação de recursos para o enriquecimento socioambiental de comunidades como um todo, dado o reconhecimento da importância de alimentos, ambientes e condições psicossociais adequados para a saúde da geração presente e da geração futura.
	Reforço racista	A abordagem biossocial da raça pode reforçar a estigmatização de grupos raciais marginalizados por dar margem para que determinadas raças sejam definidas como prejudicadas ou patologizadas; por possibilitar a promoção de discursos de naturalização, homogeneização e biologização de grupos racializados; e fazer com que surjam novas formas de eugenia ao criar padrões de normalidade e de anormalidade e propor intervenções de “melhoria da sociedade” concentradas apenas nas dimensões biomédica e tecnocientífica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para dar alguns exemplos desses compromissos visualizados em situações que envolvem a utilização de raça na saúde, o *racismo científico* é classicamente localizado nos discursos e práticas da antropologia biológica e medicina social do séculos XIX, mas também fundamenta muitas práticas contemporâneas de cunho racista direcionadas às pessoas negras na assistência sanitária, como nos casos notórios de violência obstétrica, os quais em sua maioria têm como alvos as mulheres negras (Leal *et al.*, 2017). O *racialismo biomédico*, por sua vez, pode representar os pressupostos dos modelos raciais da epidemiologia genética do século XX, assim como, mais recentemente no início dos anos 2000, o compromisso que sustenta a aprovação e disponibilização no mercado do polêmico medicamento Bidil, desenvolvido especificamente para tratar doenças cardiovasculares em afro-estadunidenses (Hogarth, 2019).

Se observa que a coesão de abordagens reducionistas de saúde com a ideologia do determinismo biológico, além de servir para disseminar formas de racismo direto, também se constitui como fundamento para um racismo dissimulado, como na negação da utilização de raça na saúde que acaba por minar reivindicações e conquistas de medidas compensatórias. Seja quando se assume a existência de raças do ponto de vista biológico para naturalizar as desigualdades sociais, que corresponde ao compromisso de *omissão racista*, ou, como é mais frequente na atualidade, quando se rejeita a existência de raças para justificar o seu descarte generalizado na esfera social, dado a adesão a um modelo estritamente biologicista da saúde.

É importante destacar que esses compromissos não são necessariamente excludentes, por exemplo, para que os profissionais de saúde das instituições possam pôr em prática o compromisso *antirracista* na assistência médico-sanitária direta aos usuários, necessitam considerar elementos do compromisso *clínico-social contextual* na conjuntura em que atuam. Em relação às políticas de saúde racializadas para as doenças falciformes no Brasil, estas podem apresentar características do compromisso *clínico-genético comedido*, dado as reconhecidas explicações evolutivas para a maior frequência de alelos mutantes na população negra brasileira, mas são sobretudo direcionadas pelo compromisso *antirracista*, visto que as experiências e complicações associadas à doença estão também diretamente relacionadas ao contexto sociambiental racista em que pessoas negras com doença falciforme estão inseridas. A necessidade fundamental é de que se promova a compreensão da urgência desse irrefutável compromisso antirracista na saúde por governantes, profissionais de saúde, pesquisadores, educadores, estudantes e o público geral. Por fim, a coexistência de ideais progressistas e retrógrados na atualidade e que permeiam a produção, aplicação e divulgação do conhecimento científico (Meloni; Testa, 2014) é refletida nos dois compromissos antagônicos

apoiados pelo emergente significado biossocial de raça, o que chama a atenção para a necessidade de vigilância crítica e de julgamento ético frente a essa nova proposição, que pode acrescentar de forma positiva na luta antirracista, mas que pode ser também cooptada para reforçar opressões.

Pretende-se com a categorização aqui sugerida, fornecer informações relevantes para uma tomada de decisão socialmente justa para profissionais e autoridades competentes do campo da saúde, além de fornecer uma heurística para a educação em saúde e para a educação das relações étnico-raciais no Ensino de Biologia, a partir da qual professores e professoras podem se orientar no planejamento de estratégias educacionais. Por exemplo, no ensino sobre a herança epigenética envolvida em doenças multifatoriais que são racializadas, oferecer condições para a compreensão adequada da relação entre os efeitos socioambientais do racismo e as dimensões da saúde, e da importância de ações políticas e institucionais na saúde, são pré-requisitos fornecidos pelo compromisso *antirracista*, para que a partir de então, se possa avançar na compreensão do que seria uma *contribuição antirracista* ao utilizar o conceito de raça positivamente por meio de uma interpretação *biossocial*.

Adicionalmente, esse quadro pode ser uma ferramenta adequada para avaliar o processo de aprendizagem nas salas de aula por meio da identificação de com quais significados e compromissos os estudantes estão operando, negociando ou se apropriando, o que pode auxiliar do ponto de vista pedagógico e no empreendimento de investigações educacionais futuras. Como exemplo hipotético, em uma proposta educativa sobre doenças falciformes no ensino de genética ou de evolução, pode haver a identificação de que os estudantes estão negociando com o *racismo científico* ou com o *racialismo biomédico*, mas ainda mobilizando de forma exclusiva o compromisso *clínico-genético comedido* por estarem limitados apenas a compreensão dos aspectos genéticos da doença. A partir desse mapeamento, seria possível então realizar uma avaliação e adaptação dos conteúdos, abordagens, recursos e estratégias didáticas utilizados para favorecer também o alcance do entendimento e posicionamento *antirracista*. No capítulo seguinte, discutimos mais detidamente com base no diálogo com os referenciais da Educação Científica sobre como as discussões aqui apresentadas podem ser aproveitadas no Ensino de Biologia para uma abordagem dos conteúdos de genética crítica, problematizadora, contextualizada e antirracista.

CAPÍTULO III

O potencial pedagógico de uma questão sociocientífica envolvendo raça, saúde e epigenética para o ensino médio de biologia

3. 1. A abordagem de questões sociocientíficas como estratégia para a inserção das controvérsias sobre raça e saúde no ensino de biologia

A discussão de questões sociocientíficas (QSC) no ensino de ciências surgiu no contexto do movimento CTS ou CTSA²⁰ (Junges; Espinosa, 2020; Santos, 2008) e além de englobar todas as dimensões que são tratadas na abordagem dessa vertente da Educação Científica, apresenta aspectos éticos e políticos da ciência, e se preocupa com questões como o desenvolvimento emocional, a capacidade de reflexão crítica e de juízo moral por parte dos estudantes (Zeidler; Nichols, 2009). As QSC possuem natureza essencialmente controversa, interdisciplinar e multidimensional, de relevância para o atual contexto mundial e necessitam mobilizar conhecimentos científicos (Conrado, 2017), visto que nem todas as controvérsias presentes na sociedade envolvem componentes relativos à ciência (Zeidler; Herman; Sadler, 2019).

As QSC são consideradas ótimas ferramentas didáticas para uma Educação Científica contextualizada, que desenvolva o pensamento crítico e a compreensão da Natureza da Ciência (NdC) (Conrado; Nunes-Neto, 2018). O trabalho com elas exige diferentes habilidades, valores e atitudes para sua reflexão, como os advindos de diferentes culturas, tradições religiosas, filosofias morais e fontes diversas para que os estudantes sejam encorajados a desafiar preconceitos, questionarem perspectivas dominantes e se envolverem em ações sociopolíticas (Conrado, 2017; Hodson, 2013).

Como apresentado no capítulo anterior, as controvérsias sobre a relação entre saúde e raça, além de estarem presentes na sociedade, abrangem aspectos relacionados à ciência. Por isso, para defender como essa temática pode ser inserida no ensino médio de biologia, a discussão aqui apresentada é orientada na conceituação de QSC trazida por Paiva e Oliveira

²⁰ No restante da escrita do texto utilizamos a sigla CTSA, mas nesse primeiro momento citamos a sigla CTS por ser usada por alguns dos autores que referenciamos, especialmente Santos (2008). Segundo Siqueira e colaboradores (2021), embora não exista necessariamente uma oposição entre as abordagens CTS e CTSA, devem ser levadas em consideração distinções particulares, em que a última abordagem é baseada em compromissos de superação da visão fragmentada de ambiente. A escolha de utilizar a sigla CTSA está de acordo com Melo, Conrado e Nunes-Neto (2024, p. 2), que argumentam que o meio ambiente é “a própria condição de possibilidade ontológica para as sociedades, a ciência e a tecnologia”. Portanto, as relações entre ciência e tecnologia não só se originam e se desenvolvem nos contextos sociais, mas também influenciam o meio ambiente e são influenciadas por ele (Melo; Conrado; Nunes-Neto, 2024).

(2019), as quais podem ser caracterizadas como “situações *ontologicamente* presentes no mundo que merecem atenção para garantir o pleno bem-estar das sociedades e ambientes” (Paiva; Oliveira, 2019, p. 2, grifo meu). Entre os vários exemplos de QSC, como aquecimento global, uso de agrotóxicos, indústria farmacêutica e testes genéticos (Paiva; Oliveira, 2019), as iniquidades raciais na saúde também são caracterizadas como tal por englobarem problemas como saúde pública e racismo, por exigirem a mobilização de conhecimentos, tanto da ciência quanto de outros saberes para a compreensão do problema, e demandarem a reflexão crítica pautada na ética e em compromissos sociopolíticos para posicionar-se e pensar formas de solução (Santos; Sepúlveda, 2024).

Considera-se que a epigenética possui um caráter ambivalente (Muller *et al.*, 2017), isso porque, ao propor explicações científicas para a questão das iniquidades raciais em saúde, contribui com novos elementos para a compreensão desse fenômeno, que podem em parte auxiliar de forma positiva, por exemplo, nas políticas públicas e na desconstrução de estereótipos racistas (Santos; Sepúlveda, 2024). Mas, por outro lado, as implicações da epigenética também podem reforçar preconceitos, estigmatização e estimular mais confusões no que tange à compreensão de fenômenos sociais em contextos específicos, como os da relação entre raça, herança e fenótipo, discriminação racial, miscigenação e ações afirmativas no Brasil (Santos; Sepúlveda, 2014). Tais conflitos e controvérsias são uma oportunidade para um debate que promova a reflexão crítica acerca de valores, normas, posicionamentos e tomada de decisão (Conrado, 2017), que julgamos necessário ser orientada pelo propósito de superação do racismo.

Observa-se que nas controvérsias sobre raça, saúde e herança biológica, um dos elementos que está em disputa é sobre os compromissos da aplicação de uma dada ciência e quais são os beneficiados e quem são os prejudicados, ou de que forma ela poderia ser utilizada para que houvesse mais benefícios que prejuízos. Para Conrado (2017), a avaliação de situações dessa natureza na qual há possíveis malefícios da utilização da ciência para determinados grupos e que se realiza o juízo moral sobre a causa desses malefícios, é uma das maneiras pelas quais é possível desenvolver a criticidade no ensino por meio de QSC.

A ética irá desempenhar um papel fundamental nesse sentido, na medida em que a reflexão eticamente orientada irá se preocupar como situações poderiam ser diferentes da forma que são e se analisa as possibilidades da existência ou não de alternativas à ideologia e sistema dominantes, evidenciando uma marca da ética sobre a política (Conrado; Nunes-Neto, 2021). Assim, a transformação social e o empoderamento dos cidadãos na educação científica pode começar por meio da crítica aos valores envolvidos em práticas

sociais presentes na sociedade que não concordamos (Conrado, 2017), como o racismo e a sua influência no sistema de saúde dominante, em que é necessário denunciar essa realidade e anunciar, por meio da ética, a possibilidade de outras realidades mais justas.

Conrado (2017) argumenta que as primeiras propostas de modelos de QSC de autores como Hodson (2010) e Levinson (2006) são situadas nos contextos de países ditos desenvolvidos. Tendo isso em vista e pensando na educação científica no contexto da América Latina, a autora aponta para a demanda de modelos que possam ser aplicados em diferentes contextos geopolíticos para uma formação científica comprometida com a cidadania global equitativa, visto que, na maioria das vezes, as QSC devem tratar de temáticas controversas que ultrapassam fronteiras social e culturalmente construídas (Conrado, 2017).

À vista disso, a temática do racismo e da sua influência na saúde de populações que são seu alvo apresenta potencial em responder a essa orientação, pois são questões de relevância e preocupação no contexto social do Brasil, em que há discussões sobre vulnerabilidades de saúde específicas da população negra (Chor; Lima, 2005; Oliveira, 2003; Werneck, 2016), mas são questões também presentes de modo similar em outras sociedades de outros locais do mundo, nas quais existem relações raciais forjadas em contextos sócio-históricos de opressão racista e refletidas na saúde pública. Como, por exemplo, nos Estados Unidos (Araújo *et al.*, 2020) e na África do Sul (Obuaku-Igwe, 2015), países cujos resultados desvantajosos de saúde dos grupos raciais marginalizados apresentam diversos pontos em comum com os da população negra brasileira (Araújo *et al.*, 2020; Obuaku-Igwe, 2015).

Nesse caminho, a reflexão das relações entre saúde e raça possibilitaria o que é proposto por Conrado (2017), de uma educação por meio de QSC que possibilite a articulação entre o local e o global, que, para além de entender as legítimas especificidades de cada região ou cultura, se alcance uma abordagem mais abrangente a respeito de questões que se relacionam com as dinâmicas de diversas sociedades do mundo (Conrado, 2017).

A problemática das iniquidades raciais na saúde, além de gerar proposições no âmbito científico, também se constitui em um dos catalisadores para as práticas e diálogos sociais dos ativismos negros, que não só atuam no apontamento das injustiças e na reivindicação de ações de equidade, mas também constroem conhecimentos de relevância para a compreensão dos processos de saúde e doença numa sociedade racializada, saberes esses que são anteriores aos propostos pela epigenética (Santos; Sepúlveda, 2024). A consideração desse tipo de conhecimento fora do âmbito científico é fundamental para o combate ao cientificismo e

contextualização de uma QSC que necessita da reflexão sobre os limites do conhecimento científico e a mobilização de valores e ideologias, pois como propõem Oliveira, Alves-Brito e Rosa (2024), tudo que se refere à questão racial exige um tratamento cuidadoso e interdisciplinar. Nessa perspectiva, sugere-se que no trabalho com QSC haja a explicitação das relações CTSA envolvidas (Conrado, 2017). No quadro 2 são apresentados alguns componentes dos domínios CTSA que podem ser mobilizados com a QSC sobre raça, saúde e epigenética.

Quadro 2: Exemplos de alguns componentes do domínio CTSA mobilizados com QSC sobre raça, saúde e epigenética

C	Conhecimentos científicos sobre: genótipo; ambiente; fenótipo; herança biológica; variabilidade genética humana; expressão gênica e seu controle; sistemas de herança epigenéticos; tipos de herança epigenética.
T	Técnicas e tecnologias de: estudos de padrões de metilação do DNA; tratamento de doenças crônicas; tecnologias de produção de fármacos com alvo no epigenoma.
S	Diálogos e ações sobre: racismo no contexto brasileiro; polissemia do conceito de raça; projeto histórico de pauperização da população negra e desigualdade socioeconômica; desigualdade na carga de estresse psicossocial experienciado por diferentes grupos raciais; insegurança alimentar, desnutrição e fome; racialização de doenças; racismo na assistência sanitária; ativismo dos movimentos sociais negros na denúncia do racismo na saúde e na pressão para a implementação de ações afirmativas na saúde; aspectos éticos da utilização da epigenética para interpretar as iniquidades raciais na saúde.
A	Questões ambientais: racismo ambiental na relação entre a maior exposição a poluentes tóxicos, privação aos recursos naturais e alimentos saudáveis e o maior índice de desenvolvimento de doenças em pessoas não brancas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

É importante considerar que as controvérsias sociocientíficas de que tratamos não devem ser configuradas como processos triviais ou dispensáveis de discussão. Do contrário, são problemas profundamente enraizados que precisam ser superados porque tocam o âmago das relações diárias de convívio, trocas e confrontos sociais nos quais é nítido o ônus para aqueles grupos étnico-raciais que não são identificados como brancos (Silva, 2007). Nessa direção e buscando fundamentar uma proposta de educação antirracista por meio da utilização de QSC, é preciso refletir sobre a real relevância sociológica da inserção das abordagens das inter-relações CTSA no ensino de ciências frente à tendência de projetos de ensino que se apropriam do modelo CTSA como *slogan*, mas que na verdade contribuem

para a manutenção do *status quo* (Santos, 2008), ignorando o fato social do racismo na sociedade brasileira.

Santos (2008) já havia defendido que o modelo de ensino CTSA, na forma como originalmente surgiu, na verdade apresenta várias congruências com a perspectiva freiriana de uma educação política e humanística. Assim, segundo o referido autor, a verdadeira proposição da educação CTSA é de que sejam incorporadas, aos currículos de ciências, discussões de valores que favoreçam aos estudantes a reflexão sobre seus lugares no mundo e a relação desse reconhecimento com os desafios impostos pelos conhecimentos e aplicações da ciência e da tecnologia, de modo que se ultrapasse meras discussões pautadas no preparo para lidar com as ferramentas tecnológicas e em visões distorcidas das implicações sociais da ciência, avançando para uma abordagem mais radical que busca formar cidadãos para a real participação democrática, agindo na sociedade (Santos, 2008).

A ideia freiriana do estímulo à curiosidade dos educandos (Freire, 1997) se constitui em uma orientação pedagógica relevante para a discussão de QSC, que são temáticas presentes no cotidiano e que demandam tanto a mobilização de conhecimentos científicos, bem como um exame ético e político. De acordo com o chamado ‘princípio da curiosidade epistemológica’ de Paulo Freire (1997), é próprio do ser humano a curiosidade sobre as questões que lhe cercam, dessa forma, é a partir da provocação desse aspecto que os estudantes podem ser encorajados enquanto sujeitos de conhecimento crítico e de reinvenção do mundo, preparando-se para responder, com presteza, eficácia e ética, aos diversos desafios inesperados que vierem a surgir em decorrência dos avanços da ciência e tecnologia (Freire, 1997). Assim, dado que se pode indicar que as problemáticas de saúde e raça estão localizadas nas próprias experiências de muitos estudantes em seus contextos sociais, a abordagem sobre elas pode, de acordo com Melo, Conrado e Nunes-Neto (2024), motivar os estudantes à investigação, ao mesmo tempo científica e ética, para que dessa forma se construam conhecimentos realmente relevantes e significativos conducentes à ação social.

Segundo Melo, Conrado e Nunes-Neto (2024), se percebe que a visão da finalidade social da educação para a formação crítica e para a ação transformadora responsável encontrada na abordagem do ensino de ciências por QSC pode também ser visualizada na pedagogia freiriana, e é a característica fundamental que mais aproxima essas duas propostas. A perspectiva da educação humanística e libertadora pauta-se nas ideias de que o ser humano é visto como um ser inacabado, de relações e histórico, capaz de transformar a realidade na busca por libertação e de transformar a si mesmo nesse processo (Melo; Conrado;

Nunes-Neto, 2024), denunciando a realidade tal como é vivida e anunciando possibilidades de um mundo melhor (Freire, 1997).

De maneira semelhante, na abordagem de QSC se deve prezar para que, para além da reflexão pautada nas implicações sociais da ciência e tecnologia envolvendo o nível cognitivo, se tenha em vista a formação para a ação sociopolítica, em que se considera os níveis ético e atitudinal. Dadas essas convergências teórico-metodológicas entre a pedagogia freiriana, o modelo de ensino CTSA e a abordagem de QSC no ensino de ciências, Melo, Conrado e Nunes-Neto (2024) argumentam que é justificável e mais proveitoso integrá-las do que tratá-las de modo separado como se fossem abordagens excludentes.

Considerando a necessidade de desvelar o racismo como um grave problema social e de reunir todas as forças para combatê-lo, entre elas a da educação (Munanga, 2005), Dias (2022b), também tendo como referência a pedagogia freiriana e a abordagem de QSC, defende que o principal propósito de se utilizar QSC no contexto da educação das relações étnico-raciais deve ser oferecer subsídios para a ação sociopolítica antirracista. Para o autor, além do planejamento de QSC envolvendo controvérsias sobre raça, ciência e sociedade, é necessário oportunizar ao ensino de ciências o trabalho com aspectos éticos, culturais, políticos e ideológicos ligados à ciência contemporânea, possibilitando também a capacidade de posicionamento dos estudantes no âmbito de uma sociedade racista como fundamento para iniciativas de ações antirracistas (Dias, 2022b).

Diante das discussões apresentadas e pensando nos desafios que o ensino de ciências enfrenta na contemporaneidade, entre eles o do negacionismo (Junges; Espinosa, 2020), se reconhece o fato de que valores éticos e sociais influenciam as diversas etapas da atividade científica, como na disseminação e aplicação dos conhecimentos científicos (Lacey; Mariconda, 2014), como já foi exemplificado até aqui no caso da epigenética, a qual pode contribuir para a promoção de justiça social mas também para a reprodução de opressões (Althoff, 2020). No entanto, é preciso reforçar, como o mundo pôde perceber nos episódios ocorridos nos últimos anos envolvendo questões de saúde pública, que é inegável o papel positivo da ciência frente às crises ambientais e de saúde do século XXI, bem como na orientação para o planejamento de estratégias que visam solucionar esses problemas junto às políticas públicas, mesmo quando se tem clara a percepção que a própria ciência pode contribuir para a instalação desses problemas (Junges; Espinosa, 2020). Portanto, em uma realidade de diversas questões complexas, autores como Junges e Espinosa (2020), recomendam que é necessário a postura de equilíbrio entre a confiança e a crítica à ciência na reflexão de QSC (Junges; Espinosa, 2020), debatendo em sala de aula os limites e os riscos,

mas também as contribuições positivas da aplicação prática do conhecimento científico (Dias, 2022a).

Tratando-se da produção, divulgação e aplicação de conhecimentos científicos que envolvem questões como de gênero e raça e que podem validar discursos e práticas opressivas, Sepulveda e Farias (2022) discutem, com base na crítica feminista à ciência, que a confiança na ciência pode ser balizada pelo princípio de que a atividade científica é desempenhada por agentes epistêmicos que possuem interesses, valores, crenças e pontos de vista condicionados a sua posição na sociedade e a sua identidade quanto às categorias de gênero, raça, sexualidade e classe. A partir desse ponto de vista, professores e professoras podem também pautar a confiança na ciência na medida que se comprometam com a visibilização de agentes epistêmicos subalternizados e ao incentivo para que estudantes de diversas identidades e pertencentes a diferentes grupos sociais reconheçam e se apropriem do seu papel enquanto agentes epistêmicos e contribuam com a diversidade demográfica na ciência (Sepulveda; Farias, 2022).

Tendo em vista os dois grandes objetivos deste trabalho, o ensino do conceito de herança biológica e a educação antirracista, a seguir discutimos como as disputas científicas em torno do conceito de herança biológica e a epigenética podem contribuir para os desafios do ensino de genética e, em seguida, apresentamos os aportes para o propósito de uma educação antirracista ao abordar a proposta de QSC sobre raça, saúde e epigenética no ensino médio de biologia. Para tanto, dialogamos com a Educação em Saúde e com o importante campo da Educação das Relações Étnico-Raciais, que se constitui no alicerce desta pesquisa por trazer diretrizes apoiadas legalmente para tratar de temas relativos a raça na educação escolar, os quais geralmente são negligenciados até mesmo em abordagens teóricas que se dizem comprometidas com a formação para a cidadania (Verrangia; Silva, 2010), e que são também ausentes na própria educação em saúde (Torres, 2018).

3. 2. Herança biológica no cerne da QSC: contribuições para os desafios do ensino de genética

Como discutido, os conhecimentos científicos são fundamentais no entendimento e na busca por solucionar os problemas concernentes a uma QSC (Conrado; Nunes-Neto, 2018) e, para que os estudantes consigam lidar com essas questões no seu cotidiano, eles necessitam de no mínimo algum conhecimento científico relevante (Hodson, 2018). Segundo Hodson (2018), é razoável considerar que quanto maior for o conhecimento sobre a ciência contida

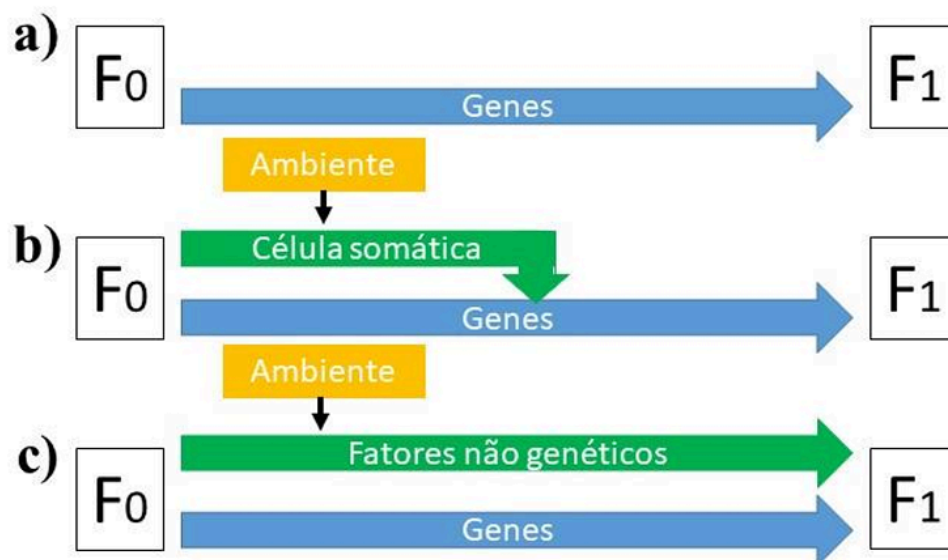
em uma dada QSC, maior será o preparo para compreender as problemáticas, refletir sobre diferentes posicionamentos, ter capacidade de elaborar conclusões próprias, tomar decisões informadas e responsáveis e construir argumentos coerentes em favor dos seus pontos de vista.

O conceito de herança biológica foi influenciado por diversas tradições de pesquisa na biologia, como as genéticas clássica e molecular e a epigenética (Reis, 2018), e, como discutimos, essas ideias de herança estiveram e estão no núcleo de muitas controvérsias sociocientíficas a respeito da relação entre saúde e raça. De antemão à discussão sobre a importância do ensino desse conceito, é preciso elucidar o que significa herança, visto que a mesma pode ser confundida com hereditariedade (Lamm, 2021). Os termos hereditário e hereditariedade são utilizados para se referirem às relações de similaridade confiável entre pais e filhos que determinadas características genóticas e fenóticas apresentam. Já a herança diz respeito aos processos causais e mecanismos responsáveis que explicam a semelhança de características entre pais e filhos (Lamm, 2021).

Múltiplos processos e mecanismos de herança podem estar envolvidos com a hereditariedade (Lamm, 2022). Segundo Bonduriansky (2012), há número significativo de evidências empíricas para a existência de mecanismos de herança não genéticos, incluindo a herança epigenética, ambiental, comportamental e cultural. Nesse sentido, Mameli (2005) argumenta que é preciso abandonarmos uma visão genecêntrica da herança biológica em favor de uma perspectiva pluralista. Segundo o autor, a replicação e transmissão do material genético não é suficiente para explicar a herança, e a mesma só pode ser bem compreendida se forem levadas em consideração a persistência de condições ambientais e outros fatores não genéticos do desenvolvimento (Mameli, 2005). Sendo assim, o modelo de herança pautado em uma perspectiva pluralista reconhece a importância da estabilidade da herança genética, mas propõe que a mesma ocorra de forma paralela a outros mecanismos de herança não genéticos (Bonduriansky, 2012).

Na figura 9 são apresentados três diferentes modelos de herança: a) herança mendeliana, em que a herança é somente mediada pela transmissão de genes (seta azul), sem a influência do ambiente, dos pais (F_0) para os filhos (F_1); b) modelo de codificação genética, na qual é possível a herança de características adquiridas, mediada pela transmissão de alelos gênicos sensíveis a modificações na linhagem germinativa por fatores advindos das células somáticas; e c) modelo pluralista de herança, segundo o qual a herança é mediada por alelos gênicos de forma paralela a outros fatores não genéticos, incluindo características adquiridas (Althoff, 2020).

Figura 9: Diferentes modelos de herança



Fonte: Althoff (2020).

Neste trabalho, a nossa proposição de uma perspectiva pluralista de significar o conceito de herança biológica é principalmente orientada pelos compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que estabilizam a zona da epigênese do perfil conceitual de herança biológica desenvolvido por Reis (2018) para o planejamento do ensino de genética no contexto do ensino médio de biologia²¹. Como, por exemplo, os compromissos de que: fatores genéticos, ambientais²² e epigenéticos são elementos causais de mesma

²¹ Para examinar e organizar as formas alternativas de pensar a herança biológica, Reis (2018), desenvolveu um perfil conceitual para esse conceito, modelo que organiza essa heterogeneidade em quatro zonas estruturadas por compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos (naturalização pelo nascimento, fatalismo pelo sangue, preformacionismo genético e epigênese). Segundo a autora, as zonas do preformacionismo genético e da epigênese são consideradas as zonas científicas. É o determinismo genético que estrutura a zona do preformacionismo genético, na qual há a ideia da herança dura e de que características, até mesmo complexas, são determinadas apenas pelos genes. Já a zona da epigênese reconhece a possibilidade de herança tênue, em que características decorrentes da exposição dos pais a condições durante a vida podem ser incorporadas ao material genético e o que é herdado é compreendido como potencial para uma característica que surge no desenvolvimento (Reis, 2018).

²² Althoff (2020) discute que a consideração de outros fatores não genéticos, como os ambientais, na ampliação do conceito de herança biológica tem algumas consequências indevidas, como a não distinção entre herança e outras formas de transmissão, tal como a propagação de doenças. Segundo o referido autor, há uma crítica sobre a inclusão dos fatores ambientais que defende a necessidade de uma delimitação conceitual entre a “estabilidade das partes dos sistemas biológicos e a estabilidade dos ambientes desses sistemas” (Althoff, 2020, p. 58). No entanto, para Althoff (2020), embora haja a necessidade da investigação e construção de um espaço epistêmico inclusivo para os sistemas biológicos, é relevante a consideração da íntima relação entre os fatores ambientais e

importância no desenvolvimento e herança de características; o que se herda representa uma unidade dotada de potencial para uma característica que surge no desenvolvimento; e que uma variedade de mecanismos, fatores e processos estão envolvidos na mediação do armazenamento e da transmissão de informações hereditárias entre as gerações.

A necessidade do reconhecimento de uma perspectiva pluralista de significar o conceito de herança entra em conflito com a realidade do ensino de genética, que se depara com o fato apresentado em muitos relatos na literatura, nos quais se discute que os discursos do reducionismo e do determinismo genético são uma das maiores problemáticas conceituais presentes no Ensino de Biologia de diferentes níveis em diversos países (Aivelo; Uitto, 2015; Carver, *et al.*, 2017; Gericke, *et al.*, 2017). Ou seja, o ensino de genética ainda é pautado em uma perspectiva genecêntrica da herança biológica. Essas interpretações são encontradas, por exemplo, em livros didáticos amplamente utilizados tanto no ensino médio (Santos; El-Hani, 2009) quanto no ensino superior, manuais que são utilizados na formação de biólogos, professores de biologia e profissionais de saúde (Evangelista; Santos; El-Hani, 2017). A compreensão determinista genética a respeito da herança biológica pode exercer uma influência negativa tanto na compreensão de questões científicas elementares como também na formação de cidadãos capazes de exercer seu papel na sociedade (Santos; El-Hani, 2009), por isso é preciso a compreensão desse conhecimento para que os estudantes tenham condições de discutir as QSC nas quais o conceito de herança biológica está envolvido.

Segundo Prochazka e Franzolin (2018), a genética humana é uma das temáticas que mais provoca interesse nos estudantes por incitar curiosidade sobre as características humanas. No entanto, na maioria das vezes a genética fica restrita às características monogênicas, como albinismo, hemofilia e grupos sanguíneos. De acordo com as autoras, a compreensão dos padrões de herança mendeliana é importante para a construção de um conhecimento elementar a respeito da genética. Porém, as doenças que não são estritamente genéticas, mas de grande importância para a saúde pública e que se fazem muito presentes no cotidiano dos estudantes, tal como obesidade, diabetes, hipertensão e câncer, são pouco ou nunca exploradas. Esse tipo de conduta pode conduzir os estudantes a imaginarem que a expressão de características humanas em grande parte influenciadas por fatores ambientais raramente ocorram. Por essa razão, Prochazka e Franzolin (2018) problematizam a insistente ênfase em modelos simplistas e deterministas, quando, na realidade, a maioria das características humanas são resultantes de um padrão de expressão mais complexo.

biológicos por meio da epigenética, cuja visão interacionista é essencial para a compreensão de questões relativas à saúde, ecologia e evolução.

A abordagem clássica do chamado dogma central da biologia, tradicionalmente encontrada nos manuais e abordagens didáticas do ensino básico, é uma forma de corroborar com a simplificação desses fenômenos (Zudaire, Fraile, 2020), além de que os processos de regulação gênica e de *feedback* conectados ao ambiente raramente são mencionados (Gericke, 2021). Essas são algumas das razões da dificuldade de compreensão da relação entre genótipo, ambiente e fenótipo pelos estudantes (Zudaire, Fraile, 2020). Dessa forma, segundo Prochazka e Franzolin (2018), há a necessidade de se discutir no ensino de genética temas como interação entre genes e ambiente, epigenética e características multifatoriais.

Nessa direção, Gericke (2021) defende que a inclusão de algumas noções de epigenética pode ser a maneira pela qual seria possível combater as concepções deterministas genéticas que os estudantes geralmente apresentam. Para Zudaire e Fraile (2020), essas noções oferecem elementos para os propósitos da compreensão mais próxima da forma como a ciência atualmente compreende a herança e como as características humanas se expressam, o que serve de instrumentalização para a inserção em diversos debates sociais.

Aivelo e Uitto (2015) discutem sobre uma maneira didaticamente adequada para se discutir a relação entre genótipo, fenótipo e ambiente. É importante explicitar que embora o genótipo seja imutável durante a vida de um organismo, o ambiente tem influência na forma como ele é expresso, por meio, por exemplo, dos processos epigenéticos. Para os autores, ao tratar essa relação no ensino, é importante esmiuçar didaticamente o significado do conceito de ambiente no contexto das abordagens da biologia molecular, o qual pode se referir tanto a ambiente externo (*e. g.* clima, disponibilidade e qualidade de alimentos, agentes etiológicos, substâncias tóxicas e drogas viciantes), ou ambiente interno (*e. g.* níveis de estresse, hormônios e níveis de nutrientes), em que há a influência de um tipo de ambiente sobre o outro.

Essa explicitação ao se tratar de doenças é imprescindível para a promoção da saúde no ensino de genética, visto que quando as doenças são apresentadas apenas por um viés fortemente determinista genético, elas são compreendidas de modo fatalista, no qual não há a possibilidade de intervenções para a melhoria dos resultados de saúde (Prochazka; Franzolin, 2018). Dessa maneira, é possível refletir tanto como o estilo de vida e tomadas de decisões individuais quanto como questões socioambientais ligadas à política podem estar relacionadas com o bem-estar individual e coletivo. A inserção desse tipo de discussão pode contribuir para a demanda apontada por Goldbach e El-Hani (2008) para o ensino de genética de problematização das relações CTSA e de temas de ordem ética e sociopolítica, como também sobre a responsabilidade de regimes políticos e estruturas socioeconômicas pela falta

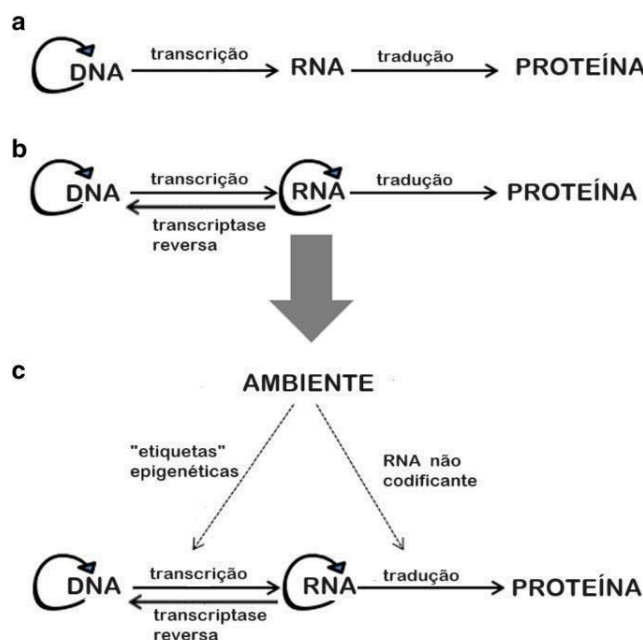
de acesso de uma grande parte da população a benefícios sociais e a respeito de narrativas de estigmatização e culpabilização de grupos étnicos e raciais fundamentadas no determinismo genético (Santos; El-Hani, 2009).

Segundo Guevara e colaboradores (2023), os novos conhecimentos da genética sobre a base complexa e multifatorial das características humanas é entusiasmante para o ensino de genética, porque o investimento nessa abordagem pode reduzir a crença que os estudantes apresentam no essencialismo racial e combater, com base em conhecimento confiável, a disseminação de desinformações sobre raça por supremacistas brancos que se aproveitam da falta de letramento genético do público geral.

Um outro aspecto importante, segundo Gericke (2021), quanto à consideração do ambiente, é que, geralmente, quando sua relação com os genes é tratada no ensino, se utiliza um modelo aditivo em termos de porcentagem de contribuição da composição genética de um dado indivíduo e da influência dos fatores ambientais, o que dicotomiza a relação entre natureza e criação e obscurece o entendimento de que os fenótipos são resultantes de uma interação recíproca entre fatores internos e externos.

A ideia de interação entre fatores genéticos e ambientais é considerada como conceito fundamental para compreensão de aspectos básicos da biologia molecular, e para sua aquisição, se necessita primeiramente da revisão do dogma central da biologia molecular, insistentemente reforçado nos currículos da educação básica (Zudaire; Fraile, 2020). Portanto, essa é mais uma razão que justifica a consideração dos mecanismos epigenéticos na abordagem dos processos celulares, porque eles fornecem um modelo para os efeitos funcionais da forte interação entre genes e fatores ambientais e amplia o modelo linear do dogma central (Gericke, 2021). Nesse sentido, Zudaire e Fraile (2020), apresentam uma proposta alternativa aos modelos encontrados na maioria dos livros didáticos para a expressão gênica. Essa proposta de revisão dos autores, ainda que também simplificada, é menos determinista, pois inclui a influência do ambiente na expressão gênica por meio de processos epigenéticos (Figura 10).

Figura 10: a) visão do dogma central da biologia mais comumente encontrada nos livros didáticos utilizados início do ensino médio; b) visão mais comum dos livros didáticos utilizados no final do ensino médio; c) proposta de revisão do dogma central da biologia incluindo a epigenética.



Fonte: Adaptado de Zudaire; Fraile (2020).

O campo da epigenética tem crescido exponencialmente nos últimos anos e exercido bastante influência na mídia, sendo considerada a subárea da genética que mais tem publicado artigos (Gericke; Ewen, 2023). No entanto, sua compreensão apropriada pelo público geral ainda é considerada muito fraca, o que pode ser devido ao fato de ainda ser ignorada pela educação científica (Gericke, 2021; Gericke; Ewen, 2023). Com a influência cada vez crescente da epigenética na sociedade, há a necessidade de que os cidadãos estejam informados para se posicionarem de forma crítica diante da quantidade esmagadora de informações que podem vir a estar à sua disposição, como em relação a alimentação, gestação e produção de medicamentos. Essa necessidade educativa não necessariamente deve demandar aumento de carga horária ou de conteúdos, que já são bastante extensos no ensino de biologia (Gericke; Ewen, 2023; Zudaire; Fraile, 2020).

Tendo isso em vista, Gericke e Ewen (2023) defendem a inserção da epigenética no ensino de genética da educação básica e utilizam o termo ‘letramento epigenético’ (*epigenetic literacy*) para se referir à apropriação de conceitos científicos sobre a epigenética e de suas implicações sociais. Esses autores apontam cinco razões para isso, que estão relacionadas com uma melhor compreensão da própria genética: (1) a epigenética fornece um modelo para a interação complexa entre genes e ambiente; (2) introduz a ideia de memória celular, em que

experiências ambientais (*e. g.* bióticas, físicas e sociais) podem deixar marcas persistentes que regulam a atividade gênica; (3) preenche a lacuna existente entre natureza e cultura no ensino de biologia; (4) os processos epigenéticos são dinâmicos e reversíveis, o que ofereceria uma possibilidade de distanciamento de ideias deterministas; (5) e a epigenética pode auxiliar na compreensão da diferenciação celular (Gericke; Ewen, 2023).

Portanto, superar um ensino de genética focado na herança mendeliana e introduzir a ideia de herança epigenética no ensino de biologia e sua relação com aspectos ambientais, sociais e culturais é um caminho para o ensino do conceito de herança que faça frente à ainda dominante visão determinista genética e que se aproxime de uma perspectiva pluralista de significá-lo. Esse é um dos requisitos essenciais para que os estudantes se instrumentalizem no debate, posicionamento e ação diante de questões sociocientíficas envolvendo herança, raça e saúde.

2. 3. QSC sobre raça, saúde e herança como plataforma para promoção da educação das relações étnico-raciais

A dissecação das nuances entre saúde e raça a partir do compromisso político com a justiça social se constitui em um campo promissor para a educação e a reeducação das relações étnico-raciais. Em primeiro lugar, é possível por meio disso desvelar a realidade do racismo antinegro na sociedade brasileira, mascarado pelo mito da democracia racial, ao apontar para as indubitáveis iniquidades raciais em saúde, assim como desessencializar interpretações dos processos de saúde e de adoecimento que contribuem para a propagação de estereótipos racistas e para o negligenciamento da saúde de comunidades não brancas. Além disso, está em questão a construção de narrativas, atuações e conhecimentos opostos ao sistema dominante que pautam a saúde como aspecto motivador para a luta em busca de equidade social e étnico-racial. Por conseguinte, discutiremos como os princípios da educação das relações étnico-raciais (ERER), além de amparos legais, direcionam a proposta de ensino que investigamos em busca de uma educação antirracista no Ensino de Biologia.

A ERER é uma proposta que surge da demanda por reconhecimento e valorização da história, cultura e identidade dos afrodescendentes e indígenas e que firma aprendizagens entre cidadãos de diferentes ascendências e identidades com o objetivo de construir uma sociedade justa e equânime (Brasil, 2004). É apoiada nas leis 10639/03 e 11645/08, as quais propõem a superação de um currículo de tradição eurocêntrica e homogeneizadora e

convidam para o combate aos preconceitos e às discriminações raciais e para a construção e reafirmação de identidades positivas (Dias, 2022b).

Embora não existam aparatos legais no mundo que sejam capazes de erradicar o racismo entranhado na cabeça das pessoas, essas leis são um grande passo, pois reconhecem que a sociedade brasileira é racista e afirmam o papel da educação em oferecer possibilidades para o questionamento e desconstrução de lógicas de inferioridade introjetadas nas pessoas pela cultura na qual foram socializadas (Munanga, 2005). A educação escolar possui uma responsabilidade especial nessa finalidade, pois casos de racismo e outras discriminações são recorrentes nos ambientes escolares e das universidades e devem ser combatidos nesses mesmos ambientes (Silva, 2018).

Verrangia e Silva (2010) ressaltam que, embora a escola seja espaço privilegiado para a promoção de relações étnico-raciais positivas, ela não é a única responsável por isso, tendo também a família, a comunidade, os meios de comunicação e os grupos culturais responsabilidade nesse processo, visto que o racismo atravessa toda a estrutura institucional do país, envolvendo a saúde, o trabalho, a habitação, a segurança, entre outros (Verrangia, 2014). Segundo Dias (2022b), há barreiras para a efetivação de uma educação fundamentada nos princípios e valores levantados pela legislação, mas um grande esforço nos âmbitos institucional, social e político vêm se consolidando para a implementação da EREER.

De acordo com o parecer CNE/CP nº 3 que regulamenta e complementa a lei 10639/03, cumprindo o papel de inicialmente introduzir as diretrizes para a implantação da EREER nos currículos escolares, relações étnico-raciais são as relações existentes entre pessoas de diferentes raças, as quais, segundo Verrangia e Silva (2010, p. 709), são

estabelecidas entre os distintos grupos sociais, e entre indivíduos destes grupos, informadas por conceitos e ideias sobre as diferenças e semelhanças relativas ao pertencimento racial destes indivíduos e dos grupos a que pertencem. Relacionam-se ao fato de que, para cada um e para os outros, se pertence a uma determinada raça, e todas as consequências desse pertencimento.

Nesse sentido, se entende a raça como uma construção social, fruto de tensas relações entre brancos e não brancos, não havendo nenhuma relação com o conceito biológico de raça criado no século XVIII e já superado na ciência contemporânea. Na EREER, a raça deve ser reconhecida como um conceito fundamental para entender como traços fenotípicos influenciam e até determinam os destinos e lugares sociais dos sujeitos em sociedades racistas (Brasil, 2004; Verrangia; Silva, 2010).

Em virtude de que a representação social de um grupo ou indivíduo é importante para a construção e desconstrução da identidade, autoestima e autoconceito (Dias, 2022b), é preciso, além da discussão do conceito de raça tal como é utilizada pelas ciências sociais contemporâneas, apresentar a forma como esse conceito foi ressignificado pelos movimentos sociais negros, com um teor político, positivo e de valorização da herança africana (Brasil, 2004; Verrangia; Silva, 2010). Não como um conceito que diz respeito a uma posição inferior, mas como movimento em busca de afirmação (Silva, 2018), a qual, segundo Gomes (2012, p. 731), rompe “com visões distorcidas, negativas e naturalizadas sobre os negros, sua história, cultura, práticas e conhecimentos”.

Por conseguinte, a compreensão da polissemia do conceito de raça é um dos objetivos fundamentais da ERER, que pode ser alcançado por meio da discussão de QSC sobre raça, saúde e herança, em que se pode analisar a influência de diferentes tradições, teorias e campos do conhecimento no desenvolvimento histórico do conceito de raça, no seu estatuto científico, nos compromissos sociopolíticos da sua utilização e de sua relação com as lutas antirracistas na busca por direitos fundamentais, como à saúde integral (Santos; Sepúlveda, 2024).

Para Munanga (2004), a abordagem das relações étnico-raciais de forma positiva deve superar a lógica da razão científica ao situar os valores que codificam as visões de mundo e as atitudes nas dimensões afetiva e emocional. Ela é importante para todos os estudantes, não só os negros, visto que frequentemente tudo que é relacionado à população negra é narrado apenas do ponto de vista do branco, seguindo uma ótica depreciativa e desumanizante que afeta a estrutura psíquica de brancos e de negros. Pessoas negras, ao ouvirem insistentemente a mesma versão de uma narrativa, a toma como possibilidade de história única (Munanga, 2005), por isso é importante dar visibilidade ao ponto de vista dos grupos marginalizados (Nascimento; Carvalho; Costa, 2022).

A questão racial está muito ligada às representações e aos valores sobre o negro (Gomes, 2005), desta forma, segundo Munanga (2005), enquanto sujeitos educados a partir de uma lógica eurocêntrica, podemos, em função desta, reproduzir de forma consciente ou inconsciente os preconceitos imersos na nossa sociedade. Nesse sentido, a educação e a reeducação das relações étnico-raciais requerem a desconstrução de narrativas, estereótipos e a mudança de postura frente a preconceitos pautados em uma ideia de superioridade racial, realçando a contribuição da resistência negra na sociedade brasileira no passado e na atualidade, nas formas individuais e coletivas (Brasil, 2004). Destarte, é necessário que se apresente a diversidade, presente na nossa sociedade desde sua invenção, mesmo que pela

violência colonial, como um elemento que oferece complementaridade e enriquecimento para a humanidade como um todo (Munanga, 2005).

As relações étnico-raciais no Brasil são bastante complexas e desafiadoras (Gomes, 2020a; Silva, 2018), mas devem ser encaradas de forma contundente. Para isso, as lutas antirracistas do país são cruciais para a elucidação do que é ser negro no contexto brasileiro (Gomes, 2020a), bem como de que maneira essa realidade interfere na saúde (Carneiro, 2023). Portanto, as ações dos movimentos negros não devem ser vistas apenas como um simples conjunto de atividades, mas também como produtoras de conhecimento (Gomes, 2012), conhecimentos particularizados pela característica de nascer das lutas (Gomes, 2020a).

Segundo Gomes (2005), não há como se promover relações étnico-raciais positivas sem apropriar-se das pautas, lutas e conquistas do Movimento Negro, o qual educa a todas e a todos por meio de sua ação pedagógica (Gomes, 2020a). Por isso, segundo Silva (2018), são bastante questionáveis e injustificáveis o desconhecimento e a desconsideração da contribuição dos africanos e afrodescendentes nos currículos e na prática de alguns educadores, os quais na maior parte das vezes estão inseridos em comunidades e contextos socioculturais de maioria negra.

Dias (2022b), nessa direção, argumenta que os esquecimentos e silenciamentos de grupos sociais subalternizados precisam ser enfrentados, e isso é possível, por exemplo, ao considerar o negro brasileiro como ator político durante a história, seja na condição de escravizado, liberto, livre e de cidadão. Além disso, o negro precisa ser visto como produtor de conhecimento, como agente que promove justiça, que pode divergir do conhecimento ocidental e propor alternativas (Gomes, 2012).

Pensando no campo da saúde, os saberes advindos da luta e resistência do povo negro são tão importantes quanto os da tecnociência canônica para a construção de um tipo de conhecimento engajado que visa a justiça social e o empoderamento das classes populares, para que dessa maneira sejam erigidos espaços de cidadania e de promoção da saúde (Nascimento; Carvalho; Costa, 2022). Nesse caminho, Santos e Sepúlveda (2024) apontam que os conhecimentos sobre saúde construídos pelas lutas antirracistas podem promover nos estudantes a autoestima, o autoconceito e a confiança de que podem também se integrar na ação social em busca de novos saberes e de novas conquistas.

Todo o currículo escolar tem um papel importante para a efetivação dos princípios da ERER (Dias, 2022b), no entanto, Verrangia (2014) aponta para uma ausência evidente da formulação de referências específicas para a ação docente na educação científica, tanto por parte do governo, quanto da literatura acadêmica. Além disso, há uma tendência de que

professores das ciências naturais não vejam relação entre a ERER e as disciplinas que lecionam, e mesmo quando assumem uma postura de combate ao racismo, se sentem inseguros, despreparados, desorientados e com medo de “piorar a situação” quanto aos conteúdos e às atividades mais apropriadas para serem desenvolvidos em sala de aula (Verrangia; Silva, 2010; Verrangia, 2022).

Verrangia e Silva (2010) num clássico trabalho sobre Ensino de Ciências e ERER, argumentam que a legislação educacional brasileira entende as relações sociais e étnico-raciais nos processos educativos como imprescindíveis na formação de cidadãos. Os autores defendem que o Ensino de Ciências, assim como todos os outros componentes curriculares, é parte integrante desse processo. Nesse sentido e se preocupando de que maneira os professores podem ensinar perseguindo esse objetivo, os autores buscaram possíveis articulações entre a ERER e o Ensino de Ciências, identificando cinco grupos temáticos, a saber:

a) impactos das ciências naturais na vida social e racismo; b) superação de estereótipos, valorização da diversidade e Ciências Naturais; c) África e seus descendentes e o desenvolvimento científico mundial; d) Ciências, mídia e relações étnico-raciais, e) conhecimentos tradicionais de matriz africana e afro-brasileira e Ciências (Verrangia; Silva, 2010, p. 707).

Mesmo com essas orientações para articulações possíveis entre o Ensino de Ciências e a educação das relações étnico-raciais, Dias (2022b) realizou uma análise dos trabalhos a respeito da ERER depois de quase vinte anos de lei 10639/03 em duas revistas brasileiras de educação científica de alto impacto, a fim de investigar a efetividade dessas orientações. O autor concluiu que ainda são bastante incipientes as produções na área do Ensino de Ciências que apresentam algum tipo de vínculo com as diretrizes curriculares de educar para as relações étnico-raciais em todos os componentes curriculares. Verrangia (2022) vê alguns avanços, mas destaca que tais produções no Ensino de Ciências geralmente ficam restritas a temas como racismo científico, eugenia moderna e evolução humana, e aponta para a necessidade de uma reflexão mais profunda sobre o conceito de educação das relações étnico-raciais e suas possibilidades no Ensino de Ciências.

Dias (2022b) destaca que o objetivo de conduzir o Ensino de Ciências para promover relações étnico-raciais positivas, de combate ao racismo, de valorização da diversidade étnico-racial e de promoção de conhecimentos apropriados a respeito da cultura e história dos povos indígenas, africanos e afrodescendentes é urgente, mas se constitui em uma tarefa

laboriosa que exige a transformação epistêmica e prudência pedagógica para expandir a produção de pesquisas e práticas educativas.

No que se refere ao tema da saúde de forma ampla em um Ensino de Ciências que deseje atender as demandas da EREER, Verrangia e Silva (2010) recomendam que seja abordado o impacto da exploração histórica de africanos e do racismo aos afrodescendentes na fragilização da saúde coletiva de populações africanas e afrodiáspóricas em diferentes países do mundo, tratando de temas como a utilização sistemática de pessoas negras em experimentos médicos desumanizantes e sobre questões relativas ao racismo ambiental, como sobre o acesso desigual aos recursos naturais e a exposição exagerada a poluentes ambientais. Acrescentam-se a essa sugestão de debate as questões da maior dificuldade de acesso à assistência médica e farmacêutica de grupos não brancos (Sanchez-Arteaga *et al.*, 2015), a experiência de viver de forma intensa estressores sociais condicionados pelo racismo (Faro; Pereira, 2011), a insegurança alimentar da população pobre e negra (Silva; Santos, 2022) e a violência obstétrica que tem como principal alvo as mulheres pretas (Leal *et al.*, 2017).

Compreende-se que para o alcance dos objetivos da EREER na abordagem sobre raça e saúde há a necessidade da mobilização de conhecimentos científicos apropriados, bem como de valores, discussões e ações sociais mais abrangentes fora da esfera científica (Santos; Sepúlveda, 2024). Nesse sentido, Verrangia e Silva (2010) recomendam que no Ensino de Ciências podem ser utilizadas abordagens sobre a influência recíproca entre conhecimento científico e a vida social, pois os valores sociais interferem no fazer científico e os produtos da ciência acabam interferindo nos valores construídos nas sociedades (Verrangia; Silva, 2010). Sendo assim, as abordagens do conceito de herança que consideram o papel da epigenética na relação entre saúde e raça podem possibilitar a discussão de como essa ciência dialoga com os saberes dos ativismos sociais ao construir seus modelos explicativos, bem como sobre as implicações das aplicações e interpretações desses modelos, que podem ou ajudar no combate ao racismo ou na sua perpetuação e de novas eugenias, a depender dos compromissos sociopolíticos com que são utilizados (Santos; Sepúlveda, 2024).

Também é considerável a reflexão sobre o papel das mídias na propagação de pensamentos deterministas biológicos e racistas a respeito do comportamento social (Verrangia; Silva, 2010). Atualmente, a divulgação sensacionalista a respeito da epigenética tem influenciado a forma como indivíduos e grupos sociais são responsabilizados pela saúde (Lappé, 2016). Dessa forma, pode ser discutido o papel que a mídia teve e tem na divulgação e polemização de questões envolvendo raça, ciência e sociedade (Verrangia, 2014). A partir disso, os estudantes podem mobilizar os conhecimentos aprendidos para analisarem

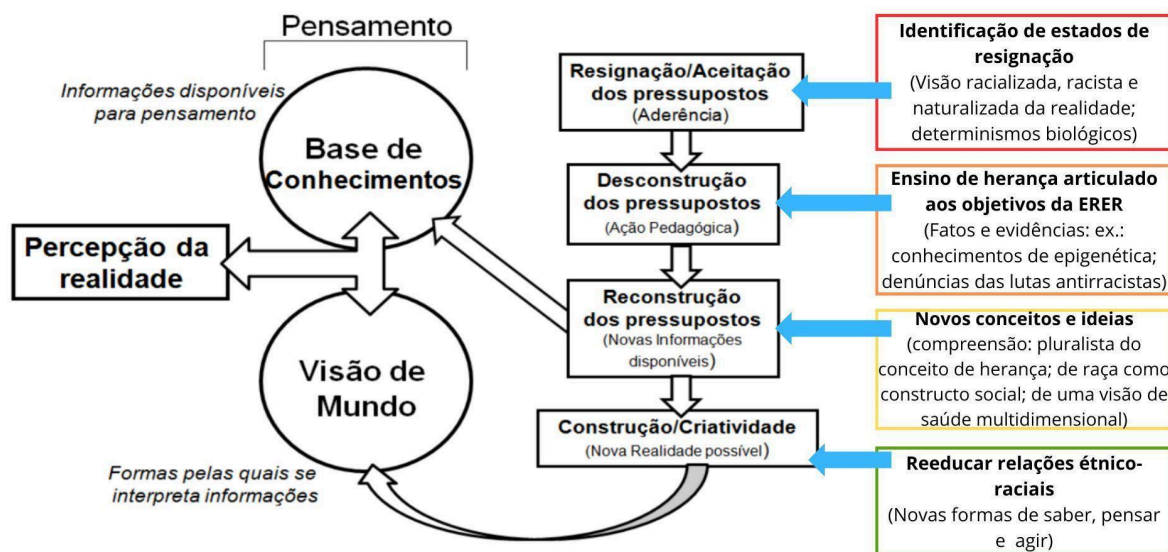
criticamente o que as mídias tradicionais e digitais têm divulgado, e construir argumentos que se contraponham a informações inconsistentes.

Argumentando sobre o real sentido da EREER no Ensino de Ciências e de forma a subsidiar professores em sala de aula, Verrangia (2022) apresenta um modelo teórico-pedagógico com sugestões de etapas para um processo educativo que tenha como intuito desvendar pressupostos que sustentam visões de mundo racialistas e racistas; desconstruir tais pressupostos, reconstruí-los de maneira mais realista e com base na ciência, estimular o desenvolvimento de outras formas de perceber a realidade e de se relacionar com as outras pessoas (Verrangia, 2022).

O modelo de Verrangia (2022) parte do princípio de que a percepção da realidade depende de dois elementos: a base de conhecimentos, que são as informações que temos disponíveis para pensar, e a visão de mundo, que consiste na forma como essas informações são interpretadas. Dessa maneira, ideias equivocadas e estereotipadas podem ser naturalizadas, mas há a possibilidade de se construir formas diferentes de pensar, “mais conectadas com a realidade, com fatos, com conceitos científicos, com valores que apregoamos como universais”(Verrangia, 2022, p. 498).

É com base nesse modelo pedagógico de Verrangia (2022) que apresentamos na figura 11 o potencial de uma QSC sobre raça, saúde e herança para a educação e a reeducação das relações étnico-raciais de forma articulada à aprendizagem em ciências, num movimento que vai desde a identificação de pressupostos que sustentam formas equivocadas e racistas de perceber a saúde da população negra até a construção de novas possibilidades para pensar, se posicionar e agir com base em novos conhecimentos e em compromissos antirracistas.

Figura 11: Modelo teórico-prático para a EREER considerando uma QSC sobre raça, saúde e herança.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Verrangia (2022).

De acordo com o modelo do autor, na prática pedagógica, o primeiro passo é a identificação de estados de resignação presentes na estrutura cognitiva dos sujeitos. Os estados de resignação se referem a pressupostos que estabilizam a aceitação passiva de interpretações gerais e generalizantes, mesmo que surjam novas informações, o que é fruto de uma intersubjetividade racializada e racista (Verrangia, 2022). Por exemplo, índices de saúde racializados apresentados fora de contexto e sem uma problematização, ao contrário de estimular a denúncia, reforçam nos sujeitos a aceitação das ideias falsas de que condições de saúde são exclusivamente determinadas pela genética, de que a situação desfavorável de saúde da população negra é devido a escolha de hábitos inconsequentes ou de que negros são biologicamente inferiores aos brancos, em outras palavras, os índices de saúde apresentados dessa forma reforçam a aceitação de ideias racistas. Dessa maneira, segundo Verrangia (2022), os estados de resignação são representações da própria sociedade e não é possível superá-los apenas com a introdução de novas informações.

Por isso deve ser investido esforço para desconstruir pressupostos, aspecto principal da segunda etapa desse modelo teórico-pedagógico. Após o mapeamento de concepções como essas, segundo Verrangia (2022), é o momento de evidenciar fatos, pautando-se nos conhecimentos biológico, sociológico, histórico e na ética, em que “novas” informações podem ser apresentadas de modo a questionar e se contrapor aos pressupostos identificados.

No caso da nossa proposta educativa, apostamos no potencial do ensino do conceito de herança por meio de uma perspectiva pluralista, que destaque a relevância de fatores ambientais e epigenéticos, de modo articulado aos objetivos da ERER.

Para tanto, é necessário a mobilização dos saberes das lutas antirracistas que rompem com concepções biologizantes da raça e da saúde (Santos; Sepúlveda, 2024), bem como, entendendo a importância do conhecimento científico como meio e não como fim (Verrangia, 2022), da explicitação da complexidade dos processos de saúde e doença, considerando o que a biologia contemporânea tem disponível de modelo explicativo como um dos elementos de importância para a melhor compreensão desses processos. Dessa forma, se pode contribuir, por exemplo, com a desconstrução do estereótipo de que pessoas negras são doentes por uma questão estritamente genética ou por uma suposta natureza racial, apontando o racismo²³ como a causa das iniquidades raciais em saúde (Santos; Sepúlveda, 2024).

Segundo Verrangia (2022), o terceiro movimento do modelo pedagógico tem papel central para a ERER e para o Ensino de Ciências, que diz respeito a não somente desconstruir pressupostos, mas colaborar de forma ética para que as pessoas possam reconstruir saberes, ideias e concepções. Como, por exemplo, depois de desconstruir a ideia de raças humanas como entidades biológicas, é possível oferecer oportunidades para a compreensão do significado sociológico do conceito de raça e de como interpretar a realidade a partir dessa reconstrução de saber, entender a saúde de uma forma mais ampla e de que até mesmo os fenômenos biológicos relacionados a ela não são determinantes, mas dependem de uma interação complexa com os contextos socioambientais (Santos; Sepúlveda, 2024). Visualiza-se aqui reconstruções de saberes de biologia, como sobre herança, ambiente e desenvolvimento de características, como também conhecimentos de sociologia e de saúde coletiva.

Por fim, essas reconstruções podem ser mobilizadas para a formação de cidadãos e cidadãs, que, no contexto de uma sociedade real, com seus desafios e limitações, possam se desvencilhar de uma visão de mundo racializada e racista e que sejam capazes de criativamente estabelecer novas relações sociais e pensar outras possibilidades de futuro (Verrangia, 2022).

²³ É importante destacar que tratar de racismo na educação em saúde e na ERER significa considerá-lo para além das relações interpessoais, como uma ideologia que rege as relações sociais e toda a estrutura da sociedade, como na exploração sistemática da população negra, nas barreiras de acesso ao trabalho, no *status* socioeconômico, na representação social, entre outros (Verrangia, 2022). A importância dessa consideração é mais bem argumentada na seção seguinte.

As discussões feitas aqui nesta seção não devem ser encaradas como “novos conteúdos” (Verrangia, 2022), mas como, de acordo com Fernandes (2015), referencial para selecionar valores importantes que dão sentido aos conteúdos de biologia, disciplina cujo ensino deve estar conectado com a realidade brasileira, na qual, entre diversos fatos sociais, existe o racismo. Tendo isso como fundamento, da mesma maneira consideramos que essas orientações acrescentam elementos para dar significado à educação em saúde em uma sociedade marcada por tensas relações étnico-raciais. Posto que a expressão ‘educação em saúde’ demarca um campo teórico e prático específico da área da educação (Martins; Santos; El-Hani, 2012), são apresentadas na seção seguinte, de modo destacado, mas não dissociado, considerações sobre de que forma sua articulação com questões relativas às relações étnico-raciais podem contribuir para a construção de uma abordagem de saúde antirracista no Ensino de Biologia.

2. 4. Contribuições do ensino de herança e da educação das relações étnico-raciais em favor de uma educação em saúde antirracista

De acordo com Valadão (2004, p. 5) a expressão ‘educação em saúde’ pode ser utilizada “para designar, genericamente, as experiências educativas organizadas com a finalidade de proporcionar oportunidades para a construção de conhecimentos teóricos e práticos em prol da saúde de pessoas e coletividades”. Segundo Martins, Santos e El-Hani (2012), tal expressão tem emprego vasto e não é necessariamente emblemática de uma concepção particular de saúde, de política ou de educação. Aqui se toma a educação em saúde (ES) como um trabalho pedagógico que ultrapasse a abordagem de conceitos da ciência ao ser capaz de problematizar, sob a ótica da saúde, as desigualdades criadas pelo racismo com o propósito de formar sujeitos antirracistas (Léo-Neto; Fernandes, 2022).

Segundo Conrado e colaboradores (2021) a ES é um dos meios pelos quais é possível a promoção da saúde na sociedade junto a outros fatores, como as políticas públicas e as ações dos cidadãos. Dado o reconhecimento de que o bem-estar do ser humano depende de um contexto socioambientalmente equilibrado, para suprir as necessidades contemporâneas, a ES deve buscar não só a melhoria das condições dos indivíduos, mas do ambiente e das coletividades (Conrado *et al.*, 2021). Para Nascimento, Carvalho e Costa (2022), é preciso ter em vista os desafios particulares que determinados setores das sociedades contemporâneas enfrentam. Por esse mesmo ângulo, Léo-Neto e Fernandes (2022) defendem que é fundamental o reconhecimento de aspectos raciais na proposição de ações referentes à saúde

pública. Por isso, é urgente o compromisso da educação e da saúde com estratégias para superar as desigualdades sociais construídas historicamente (Nascimento; Carvalho; Costa, 2024).

A educação em saúde tem sido fortemente influenciada por um viés biologicista (Martins, 2016). Sousa, Guimarães e Amantes (2019) em um estudo de revisão dos documentos curriculares oficiais nacionais para a área de ciências da natureza, percebem que a saúde é tratada de forma muito limitada, dando centralidade a aspectos da fisiologia humana, das doenças, hábitos e comportamentos, manifestando de forma tímida questões relativas ao direito à saúde e às políticas públicas de saúde. Essa tendência presente no ensino e consentida pelas normas curriculares, inviabiliza o alcance da compreensão da saúde como um processo dependente de diversos fatores, como as interações dos indivíduos uns com os outros, com a sociedade e com o ambiente (Conrado *et al.*, 2021). Visto que a epigenética, quando abordada de maneira multifatorial, fornece explicações para a relação de aspectos socioculturais com fenômenos biológicos de relevância para a saúde (Althoff, 2020), no que tange ao Ensino de Biologia, e mais especificamente ao ensino de conteúdos de genética, consideramos que ela pode servir de recurso para promover a educação em saúde ao tratar de temas da biologia, sem necessariamente ser de forma biologicista²⁴.

A saúde pode ser entendida a partir de diferentes abordagens que influenciam as concepções dos professores e os processos de ensino e aprendizagem (Conrado *et al.*, 2021). Na abordagem tradicionalmente conhecida como biomédica, a saúde é concebida como a ausência de doenças. São considerados estritamente como influência para a saúde os fatores biológicos, tais como agentes, vetores biológicos, aspectos anatomofisiopatológicos e moleculares. Nessa vertente, o foco de tratamento privilegiado consiste no corpo físico em um viés hospitalocêntrico que não leva em conta a inserção dos seres humanos em um contexto social e ecológico. Essa perspectiva tem sido duramente criticada, dado o seu fracasso explicativo na compreensão de doenças crônicas não transmissíveis do mundo moderno e sobre a influência que uma variedade de fatores não biológicos exerce na saúde de maneira geral (Martins, 2016).

Essas críticas não objetivam menosprezar ou interpretar de forma pejorativa a contribuição dos conhecimentos da biologia para a compreensão dos processos de saúde e

²⁴ Althoff (2020), ao discutir sobre o perigo que discursos pautados na epigenética apresentam em reforçar pressupostos reducionistas e deterministas biológicos, sugere alguns critérios para a sua abordagem adequada, sendo eles: a) reconhecimento do material genético como molécula reativa e não ativa; b) consideração de redes complexas de interação entre fatores genéticos e não genéticos; c) abordagem da potencial reversibilidade dos mecanismos epigenéticos; d) atribuição de relevância a outros fatores diversos, como ambientais, sociais, culturais; e) diálogo entre as ciências biológicas e as ciências sociais de forma equilibrada.

doença, mas buscam não se limitar aos aspectos biológicos (Martins, 2016). Em relação a educação em saúde no Ensino de Biologia, Martins e Cova (2015) fazem uma reflexão sobre a viabilidade de abordar temas da biologia relativos à saúde de forma adequada diante do reconhecimento da necessidade da análise de uma gama de outros fatores não biológicos para a sua melhor compreensão. Para os autores, a adesão a uma proposta antirreducionista²⁵ da saúde ao ensino de biologia é compatível quando microfenômenos, estudados por campos como bioquímica, genética e biologia celular, são assumidos como elementos de relevância explicativa para fenômenos biológicos mais complexos que influenciam a saúde.

Para tanto, as particularidades da saúde não precisam ser reduzidas à biologia, mas a biologia deve se apresentar como um entre outros componentes que dão suporte para a compreensão do fenômeno da saúde de forma mais abrangente. Além disso, macrofenômenos relacionados a níveis biológicos mais complexos, como o ecológico, e também associados a questões sociais, políticas e econômicas, podem auxiliar na compreensão dos microfenômenos (Martins; Cova, 2015). Dessa forma, podemos propor que a epigenética seja explorada na educação em saúde no sentido em que, além dos processos epigenéticos constituírem microfenômenos de poder explicativo para fenômenos biológicos mais complexos que influenciam a saúde junto a fatores não biológicos, a abordagem dos processos epigenéticos possibilita também a compreensão da influência que esses outros fatores não biológicos exercem nos próprios fenômenos biológicos.

Tomando como exemplo a hipertensão arterial, a abordagem de microfenômenos fica reservada ao ensino sobre sistemas fisiológicos de controle da pressão sanguínea (por exemplo, o sistema renina-angiotensina-aldosterona), sobre a biologia celular e molecular dos componentes que atuam no sistema fisiológico (como enzimas, hormônios e receptores), destacando o papel de fatores ambientais e epigenéticos na expressão dos genes que codificam esses componentes durante o desenvolvimento. O macrofenômeno pode ser explorado, por exemplo, a partir da relação entre o padrão alimentar e o nível de estresse do indivíduo com a hipertensão, na reflexão crítica de como as questões econômicas, culturais e sociais influenciam a qualidade nutricional e as experiências de estresse psicossocial, na problematização de por que determinados grupos sociais são historicamente mais vulneráveis ao desenvolvimento da doença e apresentando o papel das políticas públicas na redução das desigualdades e na promoção da saúde.

²⁵ O antirreducionismo considera o plano elementar na explicação de um fenômeno complexo, porém defende a irredutibilidade nas explicações do plano complexo. Ou seja, esse paradigma reconhece a relevância explicativa das propriedades e relações das partes e do todo (Martins; Cova, 2015).

Na intenção de promover a saúde para além da prevenção de doenças e explicitar como operam os outros fatores de relevância para a saúde, além dos biológicos, para efeitos pragmáticos nas ações de saúde e na ES, de acordo com Martins (2016), se encontram na literatura sugestões de abordagens alternativas mais abrangentes como crítica à abordagem biomédica, que podem ser caracterizadas como as abordagens de saúde comportamental e a socioecológica. Faremos uma discussão dessas abordagens de modo a apresentar as suas limitações e possibilidades para a concepção de uma educação em saúde antirracista.

A abordagem de saúde comportamental, por exemplo, considera a saúde como processo dinâmico e produto de diversas dimensões relacionadas com a qualidade de vida. Porém, é uma abordagem centrada em aspectos como estilo de vida responsável, escolhas saudáveis e cuidados individuais com a saúde, atribuindo aos indivíduos o protagonismo frente às condições que vivenciam (Martins; Santos; El-Hani, 2012). Tratando da educação em saúde, em certa medida é válido educar para favorecer que os estudantes sejam capazes de tomar decisões responsáveis e saudáveis em relação ao que lhes é possível no cotidiano. O problema é que, de acordo com Catalán (2001), dar centralidade ao indivíduo ao abordar a saúde e a sua promoção incorre em culpabilização de pessoas e grupos por uma possível falta de saúde, negligenciando a conexão entre modos de vida individuais aos contextos sociais e ambientais. Além disso, sujeitos responsáveis por tomar decisões nos âmbitos político e institucional são isentados de suas responsabilidades, dado o encobrimento de seus papéis como atores promotores de saúde (Stam, 2000).

Inclusive, é preciso atenção e vigilância pedagógica, pois tomando como parâmetro as últimas crises de saúde pública, as políticas de ação se apropriaram de conhecimentos isolados e distorcidos da epidemiologia, produzindo uma individualização do problema e deslocando a perspectiva coletiva da saúde e do adoecimento para os indivíduos (Oliveira *et al.*, 2020). Além disso, abordagens pautadas na dimensão comportamental também aparecem em discussões irresponsáveis e descuidadas da epigenética na sociedade e na mídia, que podem corroborar com a culpabilização de indivíduos (Richardson *et al.*, 2015) e de grupos raciais marginalizados, como a população negra (Mansfield, 2012).

Portanto, além da abordagem de saúde comportamental poder ser interpretada como uma extensão da abordagem biomédica, por ainda ser pautada exclusivamente na prevenção de doenças (Martins, 2016), ela também não comunga com os compromissos de uma educação antirracista, pois se mostra contraproducente para a compreensão da influência que opressões estruturais exercem na saúde de grupos oprimidos. Nascimento, Carvalho e Costa (2020) defendem uma promoção da saúde emancipatória, que é possível no ensino de

biologia para a educação das relações étnico-raciais, em que os conhecimentos científicos e as práticas sociais podem colaborar para a libertação de grupos oprimidos.

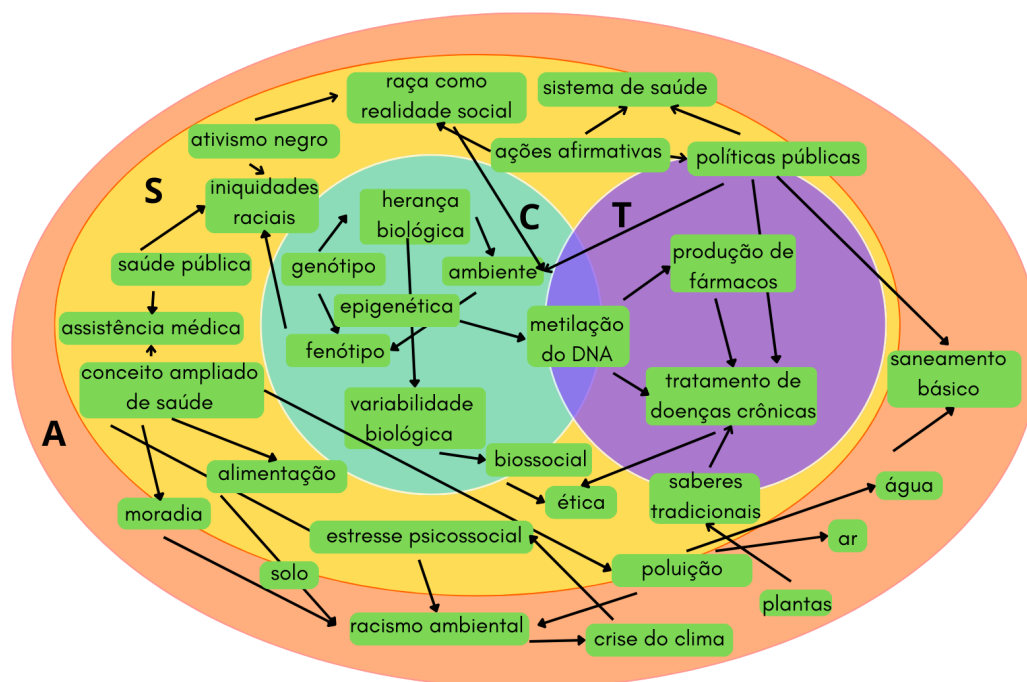
Como argumentam Martins, Santos e El-Hani (2012), levar em consideração aspectos sociais, culturais, políticos e históricos oportuniza o desvio da atenção exclusiva ao indivíduo, necessário na ES para empoderar os estudantes a fim de que sejam agentes promotores de saúde na comunidade em que vivem, na medida em que podem auxiliar na construção da compreensão do que é necessário para a preservação da saúde da coletividade e sobre os direitos de todos os sujeitos enquanto cidadãos. Nesse sentido, a compreensão da saúde sob uma ótica coletiva, política e positiva é fundamental, características fortemente associadas à abordagem socioecológica da saúde (Martins; Santos; El-Hani, 2012), na qual

(...) a saúde é entendida como bem-estar biopsicossocial e ambiental. Sob essa perspectiva, o que determina a saúde dos indivíduos e/ou das comunidades são suas reações frente às condições de risco ambientais, psicológicas, sociais, econômicas, biológicas, educacionais, culturais, trabalhistas e políticas. Essa abordagem tem o compromisso de promover a saúde não apenas com ações de saúde individuais, mas também coletivas (e muitas vezes políticas) (Martins; Santos; El-Hani, 2012, p. 253).

Os aspectos fundamentais da abordagem socioecológica da saúde que a diferenciam das abordagens comportamental e biomédica são: uma compreensão integral da saúde e o reconhecimento de que a mesma envolve as condições para desempenhar autonomia na escolha de hábitos de vida saudáveis que conduzem ao bem-estar; entender que a restauração da saúde demanda mudanças estruturais por meio de intervenções coletivas e institucionais; e a compreensão de que a doença é resultante de desequilíbrios físicos, mentais e socioambientais (Martins, 2016).

As questões consideradas por essa abordagem de saúde permitem operacionalizá-la e promovê-la em termos práticos, principalmente em contextos de profundas desigualdades sociais, evidenciando a necessidade de uma mudança sociopolítica. Conrado e colaboradores (2021) discutem ainda que esse modelo de saúde permite explorar de forma mais ampla as interações entre os domínios CTSA nas discussões de QSC no Ensino de Ciências, como mostramos no esquema da figura 12. No caso do tema da saúde da população negra, além de conteúdos de genética e epigenética, podem ser mobilizados conhecimentos de sociologia, política, ética e saberes construídos pelos movimentos sociais negros.

Figura 12: Esquema com algumas das inter-relações entre elementos dos domínios CTSA articulados à QSC envolvendo raça, saúde e herança.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Conrado (2017).

É preciso destacar que a adoção de uma abordagem socioecológica da educação em saúde em si não significa necessariamente a aderência aos compromissos de uma educação antirracista, visto a negligência em relação às questões étnico-raciais, mesmo por aqueles de tendências mais progressistas. Léo-Neto e Fernandes (2022) discutem que há a evidência de currículos e processos formativos brancocentrados e coloniais, que, ao apagarem a categoria raça nos conteúdos da educação em saúde, homogeneízam a concepção do que é corpo, saúde e doença. Torres (2018), em uma análise de livros didáticos, de modo semelhante, relata que a saúde da população negra é negligenciada ou tratada de forma inadequada na ES, e nos chama a atenção que o apagamento sistemático de questões raciais como problemas sociais de saúde não se alinha aos objetivos da educação em saúde, nem no âmbito da educação, nem no da própria promoção da saúde.

Tendo em vista essa lacuna e na busca de fundamentos teóricos para propor formas de superá-la, a Teoria Crítica da Raça (TCR)²⁶ pode se apresentar como um recurso analítico,

²⁶ Segundo Oliveira, Alves-Brito e Rosa (2024), a Teoria Crítica da Raça (TCR) surge nos anos 70 nos Estados Unidos num contexto de rompimento com as teorias críticas. Além de conceitos e ideias, a TCR apresenta um compromisso político com a justiça social e a superação de todas as formas de racismo. Seus pressupostos fundamentais são: a crítica às ideias de neutralidade racial alheias ao fato de que a raça é um marcador social de desigualdades; apontamento para a convergência de interesses, em que um grupo racial dominante só permite o progresso dos grupos raciais subordinados quando isso for do seu próprio interesse; interpretação das raças

metodológico e epistemológico que muito pode contribuir para a educação das relações étnico-raciais no contexto brasileiro, pois pode servir para a problematização das relações estruturais de poder e privilégio baseados na raça (Oliveira; Alves-Brito; Rosa, 2024). Por isso, ao se propor uma articulação entre a educação em saúde e a educação das relações étnico-raciais, a TCR pode ser uma referência para a abordagem das imbricações da opressão do racismo com a saúde vista de uma perspectiva socioecológica na educação em saúde.

As principais premissas da TCR nos apontam para a existência de duas necessidade elementares: 1) de que partamos do pressuposto de que o racismo é a norma e não a exceção, e de que a raça é um elemento fundamental para compreendermos grande parte das desigualdades sociais que vivenciamos (Rosa, 2019); 2) e de que precisamos ter em vista que a supremacia branca constrói hierarquizações baseadas na concepção de superioridade dos brancos, enquanto os não brancos são destituídos de direitos (Oliveira; Alves-Brito; Rosa, 2024).

Como a saúde vista de uma perspectiva socioecológica não está fora dessa conjuntura, a raça, ao ser evidenciada, serve de ferramenta para identificar e denunciar padrões de desigualdade nas diversas dimensões da saúde, os quais inevitavelmente estão ligados à ordem sociopolítica erigida sobre as bases do racismo. Como orienta Gomes (2020b, p. 4), é preciso refletir que a população negra e empobrecida é “aquela que apresenta dificuldade de acesso às medidas sanitárias, às informações adequadas, aos recursos financeiros para a compra de produtos de higienização, de garantia de uma vida saudável, com alimentação nutritiva”. Da mesma maneira, a raça serve de recurso político para reivindicar justiça social e equidade étnico-racial em saúde, portanto a ES pode e deve partir desse princípio nas suas abordagens.

O compromisso em trazer a raça para a centralidade do debate na ES está de acordo com o que é recomendado por Torres (2018), sobre a necessidade da problematização dos padrões de saúde da população negra e a sua contextualização a fatores sociais, ambientais e históricos. Além disso, pode ser um elemento adicional para se alcançar de forma mais substancial e crítica o que é previsto na habilidade EM13CNT207 da Base Nacional Comum Curricular — BNCC (2017), a qual objetiva

como produtos do pensamento e das relações sociais, sujeitas a invenção, descarte e reinvenção; interseccionalidade, estabelecendo cruzamentos entre raça e outros marcadores sociais como classe e gênero na análise das camadas de opressão. Apesar do seu surgimento nos Estados Unidos, há similaridades de contexto que possibilitam a utilização da TCR no Brasil, onde o racismo estrutural é profundamente enraizado (Oliveira; Alves-Brito; Rosa 2024).

Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar (Brasil, 2017, p. 557).

Articular a raça a essas análises e discussões é um critério fundamental para que a representatividade negra na saúde, tão importante, não só para promoção da justiça, mas também para a construção da identidade e valorização da diversidade, não incorra no reforço de estereótipos, como o de pessoas negras rotuladas como inerentemente doentes (Torres, 2018). Assim, podemos perceber que a abordagem socioecológica da saúde mostra grande potencial em promover uma educação em saúde antirracista, desde que se assuma que as diversas condições de risco de saúde às quais os indivíduos são responsivos são também tangenciadas pela realidade social da raça.

É relevante finalizar este capítulo com algumas considerações, que não se esgotam aqui, para uma educação em saúde com potencial antirracista no ensino e biologia: (a) abordagem antirreducionista de fenômenos biológicos de relevância para a saúde; (b) consideração da influência de aspectos ambientais, econômicos, sociais, subjetivos, psicológicos, culturais e políticos na saúde; (c) reconhecimento da raça como determinante de benefícios ou vulnerabilidades nas diferentes dimensões da saúde; (d) compromisso político com a reivindicação de ações para equidade étnico-racial em saúde de forma coletiva; e por fim, (e) visibilizar e dialogar junto aos conhecimentos sobre saúde construídos pelos movimentos sociais antirracistas.

CAPÍTULO IV

Desenho e validação qualitativa da sequência didática

4. 1. Proposição dos princípios de *design* preliminares

Como discutido no capítulo sobre a metodologia da investigação, os princípios de *design* são produtos da pesquisa de *Design* educacional e proposições heurísticas que têm a finalidade de orientar professores e pesquisadores quanto à seleção e à aplicação de conhecimentos e estratégias mais adequados na implementação de propostas educacionais (Plomp, 2018). A partir da revisão bibliográfica e do diálogo com os saberes da prática docente foram sistematizados quatro princípios de *design* com base na seguinte adaptação de Sarmento (2016, p. 121) para a fórmula de Van den Akker (1999)

Se você deseja construir uma intervenção X para o propósito/função Y em um contexto Z, é aconselhável

(1) Adotar a característica A, para o propósito/função y1, realizando o procedimento K, em razão do argumento P.

(2) Adotar a característica B, para o propósito/função y2, realizando o procedimento L, em razão do argumento Q.

(3) Adotar a característica C, para o propósito/função y3, realizando o procedimento M, em razão do argumento R.

(...)

Os princípios de *design* apresentados a seguir orientaram a construção do primeiro protótipo da sequência didática e podem se tornar mais consistentes à medida que os protótipos elaborados com base neles sejam implementados e avaliados. Antes de apresentá-los, convém lembrar a questão que orientou o presente trabalho, construída com base na fórmula geral para a pergunta de pesquisa em *Design* estabelecida por Plomp (2018): “Quais características uma SD, baseada em uma QSC envolvendo raça, saúde e epigenética, deve ter para promover uma educação antirracista e a compreensão do conceito de herança biológica a partir de uma perspectiva pluralista no contexto do ensino médio de biologia?” Para responder essa pergunta, propomos o seguinte enunciado para elaborar os princípios de *design*:

Para construir uma sequência didática baseada em uma QSC envolvendo raça, saúde e epigenética, com o propósito de promover uma educação antirracista e a compreensão pluralista do conceito de herança biológica no contexto do ensino médio de biologia, aconselha-se provê-la das seguintes características:

I. (A) Abordagem da herança que inclua a epigenética e sua relação com fatores socioambientais com o propósito **(y1)** de promover a apropriação de uma perspectiva pluralista de pensar o conceito de herança biológica. Os procedimentos **(K)** podem ser: **(K₁)** a exemplificação de mecanismos epigenéticos e de seu papel na expressão do genótipo; **(K₂)** apresentação de exemplos didáticos sobre efeitos ambientais na variação fenotípica por meio de processos epigenéticos; **(K₃)** utilização de modelos, esquemas e figuras ilustrativas que discutam as possibilidades de herança epigenética nos organismos e a reversibilidade de seus efeitos. As razões **(P)** são que o reconhecimento de fatores não genéticos e da viabilidade da ‘herança tênue’ são elementos fundamentais presentes na compreensão atual do conceito de herança biológica (Althoff, 2020). Por esse motivo, tem sido recomendado o abandono de uma ideia de herança biológica restrita ao material genético (Mameli, 2005). Para Bonduriansky (2012), o modelo de herança biológica orientado por uma perspectiva pluralista reconhece a importância da estabilidade da herança genética, mas propõe que a mesma ocorra paralelamente às formas de herança não genética, as quais devem ser consideradas para que o fenômeno da herança biológica seja melhor compreendido. Para esta proposta de ensino, delimitamos como apropriação de uma forma de pensar o conceito de herança por meio de uma perspectiva pluralista, a atribuição de mesma relevância causal aos fatores ambientais, genéticos e epigenéticos no desenvolvimento e herança de características, e o reconhecimento de que múltiplos mecanismos e processos estão envolvidos na mediação do armazenamento e da transmissão de diferentes informações hereditárias entre as gerações (Reis, 2018).

II. (B) Uso da abordagem socioecológica da saúde centrada na raça com o propósito **(y2)** de promover a compreensão crítica e abrangente da relação entre saúde e raça. Esse propósito pode ser alcançado por meio **(L)** da discussão dos impactos do racismo no bem-estar biopsicossocial e ambiental da população negra e sobre o papel das lutas antirracistas na construção de saberes sobre saúde e na sua reivindicação, utilizando de recursos como textos, vídeos, reportagens ou estudos de caso. Nas discussões, deve haver o equilíbrio entre **(L₁)** a denúncia das desigualdades raciais no que tange à condição socioeconômica, educação, acesso aos serviços de saúde, de saneamento, moradia, e à uma alimentação adequada, e **(L₂)** o anúncio das lutas e conquistas dos movimentos sociais negros frente à permanência do racismo na sociedade, a exemplo da Política Nacional de Saúde Integral da População Negra. As razões que sustentam este princípio consistem em **(Q)** que, para atingir os objetivos da educação das relações étnico-raciais, como a desconstrução de estereótipos racistas, abordagem do caráter sócio-histórico da raça e incentivo à participação

em ações antirracistas, ao discutir sobre a saúde da população negra no Ensino de Biologia, consideramos necessário, frente às diversas abordagens da saúde, adotar a abordagem socioecológica articulada a uma análise que tenha a raça como centralidade. Pela razão de que, segundo Martins (2016), na abordagem socioecológica, a saúde é entendida por uma perspectiva multidimensional, em que considera os aspectos biológicos, mas não se limita a eles, e deve levar em conta aspectos sociopolíticos. Assumindo esse pressuposto, entende-se que para se promover equidade em saúde, é necessária uma mudança sociopolítica, em que se leve em conta a importância da garantia de uma alimentação adequada, das medidas para a prevenção de doenças, dos serviços médicos, do acesso à educação, oportunidade de trabalho, incentivo à prática de atividade física, lazer e espiritualidade (Martins, 2016). A inserção da raça na centralidade do debate nesta proposta de concatenação da abordagem socioecológica da educação em saúde com os propósitos da educação das relações étnico-raciais, está fundamentada no pressuposto de que o racismo não é atípico, mas do contrário, é a regra que estrutura a dinâmica normal da sociedade, concedendo privilégios e desvantagens baseados na raça (Rosa, 2019); e que portanto, o racismo é o responsável por produzir e manter as iniquidades raciais na saúde (Werneck, 2016); e que essa explicitação refuta os discursos de culpabilização e inferiorização dos grupos raciais que são seu alvo. Portanto, a raça, como construto sócio-histórico, é uma ferramenta útil para mapear as desigualdades nas dimensões consideradas pela abordagem sociológica da saúde. Essas desigualdades têm sido denunciadas pelos movimentos sociais negros, que no seu histórico de lutas reivindicam medidas de reparação racial. De acordo com Sepulveda, Fadigas e Sánchez-Arteaga (2022), o reconhecimento das lutas antirracistas e seu papel nas conquistas do povo negro no âmbito das políticas públicas alcançadas até hoje são potenciais para promover relações étnico-raciais positivas, pois estimula nos estudantes negros a confiança nas suas potencialidades e a inserção nas lutas sociais.

III. (C) Abordagem crítica da polissemia do conceito de raça na interpretação das iniquidades raciais na saúde com o objetivo **(y3)** de possibilitar o entendimento da importância do uso positivo da raça em debates científicos e sociopolíticos envolvendo saúde. Tal objetivo pode ser atingido por meio **(M)** do tensionamento dos conceitos biológico e social de raça, por meio **(M₁)** da análise de episódios históricos e da atualidade envolvendo a atribuição dos seus diferentes significados a diferentes contextos e compromissos sociopolíticos, como em discursos e projetos de naturalização de desigualdades ou, do contrário, de denúncia das mesmas e reivindicação do direito à saúde. E de forma prioritária, **(M₂)** discutir como o conceito de raça foi ressignificado positivamente e politizado pelos

movimentos sociais negros, a fim de reunir cidadãos que compartilham uma identidade em torno de uma luta coletiva e como isso se insere nas políticas públicas voltadas à saúde. A razão é que **(R)** a abordagem contextualizada da polissemia do conceito de raça, a negação do seu conceito biológico cunhado no século XVIII, o reconhecimento da raça como uma construção social que tem impactos nos indivíduos racializados e sua relação com as lutas antirracistas é pertinente na educação para as relações étnico-raciais (Dias, 2022b). Porque possibilita a reflexão sobre as relações sociais brasileiras, em que a identidade étnico-racial e o fenótipo tanto informam de maneira discriminatória o lugar que ocupamos nas desigualdades sociais as quais estamos inseridos, quanto como no sentido político e de valorização como é feito pelos movimentos sociais negros (Sepúlveda; Fadigas; Sánchez-Arteaga, 2022).

IV. (D) O uso de QCS como ferramenta didática para abordar a utilização da epigenética na explicação das iniquidades raciais na saúde com o propósito **(y4)** de estimular posicionamento e envolvimento em ações antirracistas. Procedimentalmente, recomenda-se **(N)** desenvolver diferentes casos para discussão em grupo com base em algumas das controvérsias envolvendo a epigenética e suas explicações para as iniquidades raciais na saúde, em que os estudantes precisarão formular opinião e tomar posicionamentos éticos de maneira fundamentada, com base em questões orientadoras, como proposto pelo modelo de Conrado e Nunes-Neto (2018) para o trabalho com QSC em sala de aula. O argumento é que **(S)** devido aos apontamentos da epigenética sobre a importância de um ambiente e experiências adequados para a bem-estar biológico, tem-se apostado no seu potencial de contribuir com elementos que podem auxiliar nas medidas públicas de saúde (Jablonka, 2004), o que pode enriquecer o debate sobre a saúde da população negra, se articulada às denúncias das lutas antirracistas, que já apontam a necessidade de ações antirracistas para superação das iniquidades raciais na saúde. Porém, tais interpretações podem ser cooptadas por ideologias racistas para viabilização de novas formas de eugenia, estigmatização da população negra e incitação de confusões a respeito da relação entre herança, identidade racial e ações afirmativas (Santos; Sepúlveda, 2024). Portanto, a análise e vigilância das possíveis controvérsias da epigenética, pode possibilitar o desenvolvimento ético e político, como argumenta Althoff (2020), por meio da reflexão de como os valores que informam a sua utilização podem contribuir para a justiça social ou para a reprodução de opressões.

4. 2. Desenho do primeiro protótipo da sequência didática

Para construir a sequência didática, nos baseamos na possibilidade de ela ser trabalhada no contexto da disciplina de biologia na instituição escolar em que a professora colaboradora atua, localizada no município de Feira de Santana-BA e que possui cursos de formação profissional integrados ao ensino médio. De acordo com a quantidade de horas-aula da disciplina de biologia e sua distribuição na semana na instituição escolar, planejamos nove momentos pedagógicos (M1, M3, M5, M7 e M9: com 40 minutos de aula e M2, M4, M6 e M8: com 80 minutos de aula). A SD que construímos está de acordo com Zabala (2014), se tratando de “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem o princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (Zabala, 2014, p. 20).

Elencamos os objetivos de aprendizagem da SD de modo que foram organizados em torno das dimensões conceitual, procedimental e atitudinal (CPA) dos conteúdos. Essa delimitação dos objetivos parte de uma perspectiva mais ampla dos conhecimentos escolares/acadêmicos, que englobam a construção de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidade, valores e atitudes fundamentais para a formação integral de sujeitos engajados na participação social (Conrado; Nunes-Neto, 2018). Segundo Zabala (2014), a classificação dos objetivos de aprendizagem em conceituais, procedimentais e atitudinais busca responder respectivamente às questões, “o que se deve saber?”, “o que se deve saber fazer?” e “como se deve ser?”, com o propósito de se alcançar as capacidades necessárias para os fins educacionais propostos (Zabala, 2014). Segundo Conrado e Nunes-Neto (2018), a dimensão conceitual trata do campo epistemológico e pode ser compreendida através de fatos, conceitos e princípios; a dimensão procedimental se refere a um campo predominantemente metodológico, englobando categorias como técnicas, procedimentos e métodos; quanto a dimensão atitudinal, esta diz respeito ao campo axiológico e ético-político, compreendendo valores, normas e atitudes (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Desta maneira, são apresentados abaixo os objetivos de aprendizagem elaborados para o primeiro protótipo da SD, organizados em torno das dimensões CPA dos conteúdos (Quadro 3):

Quadro 3: Objetivos de aprendizagem do primeiro protótipo da SD organizados em torno das dimensões CPA dos conteúdos

Dimensões	Objetivos de aprendizagem
C1	Entender a proposta da utilização de questões sociocientíficas e da construção de ações sociopolíticas antirracistas

C2	Compreender a relevância da epigenética para informar ações promotoras de bem-estar de forma integrada a fatores ambientais, sociais e culturais
C3	Definir o conceito de herança com as formas de transmissão genética e não genéticas
C4	Compreender a saúde como bem-estar biopsicossocial e ambiental e por uma perspectiva coletiva e política
C5	Compreender a raça com um determinante social de saúde
C6	Compreender o conceito de raça como uma construção sócio-histórica e o papel positivo do seu uso em projetos políticos de reparação social
P1	Analisar, interpretar e contextualizar dados epidemiológicos e estatísticos
P2	Trabalhar em equipe e contribuir com a troca de conhecimentos, discutindo argumentos, contra-argumentos e pontos de consenso acerca das implicações controversas da epigenética
P3	Debater e propor sugestões de ações sociopolíticas antirracistas com os colegas
P4	Avaliar as atividades desenvolvidas e colaborar com críticas e sugestões
A1	Posicionar-se de forma crítica e ética quanto aos contextos mais indicados e valores assumidos para a aplicação dos conhecimentos da epigenética
A2	Mobilizar o conceito de raça de forma apropriada para identificar vulnerabilidades em saúde e na defesa de seu uso em políticas públicas de saúde
A3	Reconhecer a produção de saberes pelas lutas antirracistas e da importância da consideração desses saberes em estratégias para promover equidade em saúde
A4	Engajar-se em debates sobre saúde e raça, e ações antirracismo junto à comunidade escolar

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para planejar as ações didáticas, consideramos a estratégia pedagógica de cinco fases proposta por Conrado (2017) para o trabalho com QSC em sala de aula para que os estudantes fossem habituados de forma progressiva ao trabalho com a dinâmica de discussão dos casos. Segundo a autora, a estratégia pode ser dividida em: (1) fase de preparo, relacionada à apresentação do que são QSC e explicação dos pré-requisitos para o alcance dos objetivos de ensino; (2) fase de modelagem, em que há a apresentação de um caso da QSC, resolvido pelo professor e discutido com os estudantes, apontando as dificuldades e necessidade da mobilização de conhecimentos, habilidades, valores, normas e atitudes; (3) fase de prática guiada, em que outro caso da QSC é apresentado, junto ao acompanhamento do professor no processo de aprendizagem dos estudantes, orientação e discussão de dúvidas; (4) fase de prática independente, em que os estudantes discutirão e apresentarão as soluções

encontradas para um outro caso; e (5) a fase de síntese, fechando as discussões, propondo conclusões e avaliando o alcance dos objetivos.

Além desses aspectos pedagógicos, as cinco fases propostas por Conrado (2017) estão relacionadas às etapas para o alcance do letramento científico crítico, tal como proposto por exemplo por Hodson (2011). Todas essas fases podem contribuir com a execução de ações sociopolíticas com níveis diferentes de aprofundamento que vão desde a tomada de decisões individuais até o planejamento de intervenções nas práticas sociais com base em valores morais (Conrado, 2017). No nosso caso, usamos o modelo de modo a dar conta dos aspectos pedagógicos e buscar como ação sociopolítica o engajamento na luta antirracista. Para tanto, nos fundamentamos nos princípios da educação das relações étnico-raciais (Brasil, 2004).

Os critérios para a seleção dos conteúdos e das estratégias didáticas foram estabelecidos tendo-se em conta o nível de ensino e algumas reflexões construídas durante a etapa de diálogo com os saberes docentes. A partir desses elementos, empregamos os seguintes critérios: (a) nos dedicarmos ao ensino do conceito de herança biológica sem o enfoque em questões relativas ao conceito de gene ou em mecanismos epigenéticos complexos. Entre os diversos sistemas de herança epigenéticos (Jablonka; Lamb, 2010), optamos por exemplificar o de marcação de cromatina, por julgarmos ser mais didático; (b) sermos o menos conteudista possível para que o tempo fosse melhor aproveitado na discussão proveitosa de temas de prioridade; (c) adotarmos estratégias dinâmicas para o engajamento dos estudantes; e (d) buscarmos planejar as principais atividades da SD (leitura de textos, discussão e resolução de casos) para serem executadas somente em sala de aula de modo a tentar garantir a participação dos estudantes.

Quanto à escolha de concentrar-se em promover a compreensão a respeito da herança biológica e não do conceito de gene, Reis (2018) aponta que as reais dificuldades de aprendizagem sobre a herança biológica que os estudantes apresentam nas pesquisas empíricas situadas no contexto de sala de aula da educação básica estão muito distantes das discussões epistemológicas em torno da crise atual do conceito de gene. Segundo Joaquim e El-Hani (2010), em meio a diversas proposições de revisões para a definição de gene, se conclui que uma única definição não é possível nem necessária, mas sim que a adoção de um pluralismo de conceitos é mais poderoso, desde que, quando se estiver trabalhando com um conceito ou modelo de genes, se estabeleça claramente seu domínio. Para nos orientarmos na elaboração da proposta educativa, decidimos tomar genes enquanto processo (Keller, 2005), interpretação que se afasta da ideia de gene como uma unidade estrutural ou funcional, na busca por novas maneiras de pensar a função biológica, o que é favorecido pelo

reconhecimento da dependência do DNA aos processos de expressão gênica e às redes de regulação presentes no ambiente da célula e fora da célula (Joaquim; El-Hani, 2010). Nessa visão, a função biológica não é encontrada em genes particulares, mas em redes comunicativas e informacionais presentes nos sistemas biológicos, nas quais DNA, RNA e proteínas são partes constituintes (Joaquim; El-Hani, 2010).

Também nos baseamos no pressuposto de que a SD fosse aplicada ao final de um módulo sobre genética e que os estudantes estivessem familiarizados com conceitos da biologia que consideramos pré-requisitos para um bom desenvolvimento das atividades, como transcrição, tradução, a ideia de ambiente no âmbito da biologia molecular, interação entre genes e ambiente, genótipo e fenótipo. Quanto às doenças, optamos por enfatizar a hipertensão e o diabetes *mellitus* do tipo II, visto que são doenças complexas e multifatoriais com maior incidência na população negra brasileira (Brasil, 2017).

Estruturamos a SD de modo que as ações didáticas fornecessem instrumentos para que os estudantes se engajassem na construção e aplicação de ações sociopolíticas antirracistas, o que considerávamos um dos principais objetivos a serem alcançados ao fim da SD. De acordo com Reis (2013), existem diversas maneiras pelas quais os estudantes podem se envolver em ações sociopolíticas no contexto escolar, como, por exemplo, reunir grupos responsáveis por redigir e divulgar petições junto ao poder político e das instituições, palestras, construção de cartazes e de panfletos informativos, divulgação nas redes sociais, voluntariado e mudanças no próprio comportamento.

Seguindo o modelo de estratégia didática para uso de QSC em sala de aula proposto por Conrado (2017), decidimos que o primeiro momento da sequência didática deveria cumprir o papel da “fase de preparo”, na qual seria apresentada a proposta geral da SD, seus objetivos, além de discutirmos o que são questões sociocientíficas, ações sociopolíticas antirracistas e sua importância. Nesse momento, a professora deveria apresentar sugestões e os estudantes poderiam escolher o formato que julgassem apropriado e de que modo elas seriam planejadas e executadas.

Cabe a explicação de que durante o planejamento inicial das atividades de pesquisa e ensino, notamos a coincidência do final previsto para as atividades da SD na escola com o novembro negro, mês no qual, no calendário escolar da instituição, estava prevista uma programação de eventos voltados para as temáticas raciais. Por essa razão, como conjecturávamos o desenvolvimento da SD naquela escola, sugerimos na descrição das atividades encaminhada para os avaliadores que as ações sociopolíticas antirracistas fossem implementadas pelos estudantes nesse mês. Ressaltamos que isso não significa que estávamos

partindo do princípio de que essas discussões devem ser restritas ao novembro negro, foram escolhidas principalmente condicionadas ao cronograma da pesquisa inicialmente estabelecido e ao calendário escolar.

A apresentação e problematização dos dados epidemiológicos de recorte racial aos estudantes era uma atividade de relevância para o segundo momento da SD, em que se deveria destacar e se evidenciar a existência de iniquidades raciais em saúde no contexto brasileiro. Como as explicações para diferenças na incidência de doenças entre diferentes grupos raciais frequentemente recorrem a um modelo de explicação genética forte, que também é muito presente nas crenças do senso comum (Dar-Nimrod; Heine, 2011), consideramos necessário que houvesse uma problematização acerca dos valores e das limitações desse tipo de explicação.

Nesse sentido, os estudantes poderiam ser estimulados a propor alternativas explicativas com base em seus conhecimentos prévios, para que, por meio de negociações, novos conceitos e modelos científicos alternativos fossem introduzidos (Teixeira; Sobral, 2010), como os que assumem o papel causal das interações entre genes e ambiente e dos processos epigenéticos nos resultados de saúde entre diferentes grupos sociais²⁷. A partir dessa construção de conhecimentos e recorrendo aos valores sociais, políticos e ideológicos que influenciam a ciência, a expectativa era promover a reflexão sobre qual dos modelos concorrentes é mais apropriado para ser aplicado na análise e resolução de questões envolvendo raça e de importância para a saúde pública (Resnik; Elliott, 2023).

Considerou-se nesta primeira proposta que a discussão de dados epidemiológicos que trouxessem a questão racial fosse também uma oportunidade para a introdução da discussão sobre a polissemia do conceito de raça, em que, a depender do significado de raça mobilizado na interpretação das iniquidades raciais na saúde, podem surgir conclusões diferentes. Inicialmente, consideramos suficiente o tensionamento entre os conceitos biológico e social de raça, sendo que o alcance da compreensão desse último daria conta dos objetivos da proposta de educação em saúde que discutimos no capítulo três, bem como estaria em

²⁷ Segundo Mansfield e Guthman (2014) existem três modelos genômicos simplificados para explicar o desenvolvimento de características: determinismo genético, interação gene-ambiente e epigenética. A diferença entre os modelos da interação gene-ambiente e epigenética, é de que no primeiro as influências ambientais são fundamentais, porém as “predisposições” genéticas ainda determinam o grau de relevância dessas influências, servindo como uma espécie de “filtro” para quais indivíduos pesariam mais determinadas forças ambientais. Já o modelo epigenético também tem enfoque nas interações entre genes e ambiente, em que ambos são fatores causais de mesma relevância, porém nesse caso, não são os genes que serão mediadores entre o ambiente e as características, e sim os mecanismos epigenéticos, os quais atuam de maneira altamente dinâmica, modelando os processos genômicos que influenciam as características em desenvolvimento (Mansfield; Guthman, 2014). Consideramos que o modelo epigenético apresenta características que se aproximam mais da abordagem para os propósitos que empreendemos.

conformidade com as diretrizes da EREER (Brasil, 2004). O conceito biossocial de raça poderia ser mais bem discutido pela professora, caso fosse necessário, na medida em que a SD avançasse com novos temas e surgissem dúvidas ou contribuições por parte dos próprios estudantes.

No terceiro momento, para incitar o debate com os estudantes acerca das diversas dimensões associadas à saúde, adotamos a estratégia de *brainstorming*, dinâmica que tem por objetivo explorar o maior número de ideias possíveis sobre um tema lançado, resolver problemas e debater sobre assuntos considerados polêmicos (Coutinho; Bottentuit, 2007). Essa técnica apresenta maior potencial quando realizada em grupo, pois as interações entre os estudantes e a professora fazem surgir mais ideias do que quando realizada individualmente (Coutinho; Bottentuit, 2007). Assim, a partir do diálogo e negociação podem ser trabalhados conceitos de saúde mais abrangentes e que estão em conformidade com a abordagem socioecológica da educação em saúde, como, por exemplo, o construído durante o movimento da Reforma Sanitária no Brasil e apresentado na 8ª Conferência Nacional de Saúde em 1986 (Brasil, 1986).

Como já mencionado, optamos por trazer o sistema de marcação de cromatina (metilação de bases nitrogenadas e modificação de histonas) como um exemplo para os mecanismos epigenéticos porque possibilita estabelecer de forma interessante, didaticamente, relações entre fatores ambientais e a expressão gênica. Segundo Gericke (2021), o mecanismo específico da metilação do DNA pode ser facilmente vinculado ao conteúdo já existente no currículo sobre a síntese de proteínas e possibilita a inclusão de exemplos bem explorados de estudos epigenéticos. Um desses exemplos diz respeito à influência do tipo de alimentação na disponibilização de precursores bioquímicos envolvidos nesse mecanismo e a visualização desse efeito na cor da pelagem de camundongos. A proposta é que exemplos como esse gerem contextos para a discussão dos possíveis efeitos de influências ambientais, como a alimentação e condições de vida, no desenvolvimento fenotípico em humanos no quarto momento da SD. Esses exemplos de experimentos que utilizam camundongos, além de possuírem suporte empírico (Dolinoy *et al.*, 2006), são muito utilizados como exemplos de recursos didáticos, como os disponibilizados pela Universidade de Utah²⁸.

A resolução do caso 1 pela professora ao final do momento quatro junto aos estudantes atende a “fase de modelagem”, etapa relevante para que se pudesse acompanhar a

²⁸ Disponível em: <https://learn.genetics.utah.edu/content/epigenetics/nutrition/>

compreensão dos estudantes sobre a forma como as atividades em sala de aula seriam desenvolvidas a partir de então e o engajamento da turma com a dinâmica .

Reservamos o momento cinco para dar destaque à trajetória dos movimentos sociais negros na saúde, a fim de deslocar o debate da arena científica e visibilizar saberes que muito contribuíram na compreensão das relações entre saúde e raça, seja quando esses saberes apresentam um contraponto ao conhecimento científico ou quando acabam por influenciar o próprio fazer científico. Segundo Baptista (2014), nas salas de aula de ciências é importante a demarcação do discurso, onde em determinados momentos a ciência terá as melhores respostas, já em outras questões complexas que envolvem a vida humana, outros tipos de conhecimento apresentarão as contribuições mais apropriadas, o que favorece o entendimento de que a biologia é uma entre diversas maneiras de pensar (Baptista, 2014).

Feita essas discussões de base, enfim, os momentos seis e sete da SD são apropriados para que se apresente e se promova a reflexão mais aprofundada sobre a relação entre raça, saúde e epigenética. Para tanto, podem ser apresentados modelos representados em imagens como as de Kuzawa e Sweet (2009) e Gravelle (2009), adaptadas por Santos e Sepúlveda (2024).²⁹ Entendendo esses modelos como espécies de aproximações de uma realidade mais complexa, que, ao terem a capacidade de representação, oferecem condições facilitadoras para que aspectos do mundo sejam compreendidos e analisados (Batista; Salvi; Lucas, 2011). No momento sete, os estudantes discutiriam o caso 2 da QSC em grupos com uma maior autonomia para conduzir as discussões, mas com a supervisão e orientação da professora que poderia intervir quando julgasse necessário, o que corresponde às características da “fase de prática guiada”.

Já o momento oito foi planejado para dar centralidade aos aspectos éticos da epigenética, principalmente quanto aos seus riscos em trazer novas formas de eugenia (Mansfield; Guthman, 2015) e pensar formas de como se posicionar diante das diversas possibilidades de aplicação dos conhecimentos da epigenética na sociedade e suas diferentes implicações. Nesse momento, a proposta era de que os estudantes organizassem e guiassem os debates sobre o caso 3 da QSC, o que exige uma autonomia maior na resolução das questões orientadoras, cumprindo a “fase de prática independente”. Por fim, o momento nove encerraria as discussões que perpassam a SD por meio de um resumo e da avaliação geral da proposta pela professora e os estudantes, atendendo a “fase de síntese”. A seguir, no quadro 4, fazemos uma descrição geral da organização do primeiro protótipo da SD com os

²⁹ Figura 7

momentos pedagógicos e seus objetivos de aprendizagem e propósitos educacionais correspondentes.

Quadro 4: Descrição geral do desenho do primeiro protótipo da sequência didática

Momento 1	Tema: Apresentação da sequência didática	Duração: 40 min
Ações didáticas: Aula introdutória, em que serão apresentados aos estudantes o tema da sequência didática, objetivos, as dinâmicas das atividades e forma de avaliação, cumprindo a “fase de preparo”. Se explicará a proposta da QSC e da construção de ações sociopolíticas antirracistas envolvendo epigenética e saúde da população negra, que será compartilhada com a comunidade escolar após a finalização das atividades da sequência didática durante o novembro negro. Essa ação será planejada de maneira coletiva, com sugestões da professora, mas os próprios estudantes poderão escolher seu formato e como ela se desenvolverá. É importante que esta proposta seja recordada sempre que necessário pela professora durante as aulas, a fim de que os estudantes possam pensar e decidir como será a ação, cuja elaboração se iniciará a partir do momento 9.		
Propósito de ensino: y4		Objetivos de aprendizagem: C1; A4
Momento 2	Tema: Iniquidades raciais na saúde	Duração: 80 min
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada com o uso de dados epidemiológicos e índices brasileiros de recorte racial. Serão discutidas as doenças multifatoriais com alta frequência na população negra, especificamente a hipertensão e o diabetes do tipo 2. Por meio da revisão sobre os diferentes graus de influência ambiental em diferentes fenótipos, os estudantes serão estimulados a proporem as possíveis razões por que há uma maior frequência dessas doenças em pessoas negras. A partir desse diálogo com os estudantes, será problematizado as explicações que atribuem essa alta frequência a fatores exclusivamente genéticos. Depois será introduzida a discussão sobre o conceito de iniquidade, racismo e sua relação com a cor da pele, e de como seus efeitos socioambientais influenciam o desenvolvimento e gravidade das doenças em questão. Entre esses efeitos, será dada uma ênfase maior a insegurança alimentar e a falta de acesso à assistência médica e farmacêutica, que serão temáticas requisitadas nas aulas seguintes da sequência didática.		
Propósito de ensino: y2		Objetivos de aprendizagem: C5; P1
Momento 3	Tema: Raça, racismo e saúde	Duração: 40 min
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada. Será feito o questionamento para os estudantes do que eles entendem por saúde ou o que é necessário para se ter saúde. Eles serão estimulados a citarem dimensões relacionadas à saúde, além da ausência de doenças, as quais serão escritas no quadro pela professora (<i>brainstorming</i>). Feito o levantamento dessas dimensões, haverá uma problematização da contemplação desigual das mesmas por diferentes grupos raciais e como isso pode desencadear condições que favorecem o desenvolvimento de doenças como a hipertensão e o diabetes.		
Propósito de ensino: y2		Objetivos de aprendizagem: C4; C5; A2
Momento 4	Tema: Herança, ambiente e epigenética	Duração: 80 min

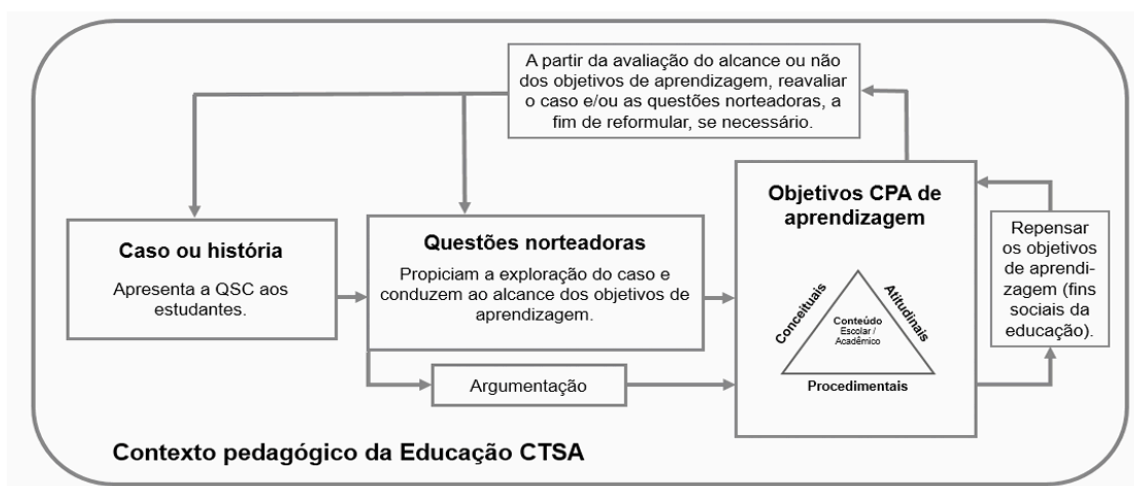
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada, em que será introduzida a epigenética como o estudo da herança de variações fenotípicas que não estão relacionadas a alterações na sequência do DNA e os diferentes tipos de herança epigenética. Será apresentado, como exemplo de mecanismo epigenético, o sistema de marcação de cromatina. Para exemplo didático, será feita a discussão dos experimentos que demonstram a influência da dieta pobre em ácido fólico (vitamina B9) na metilação do locus agouti em camundongos e consequente alteração da cor da pelagem, obesidade e diabetes entre as gerações. A aula terá uma abordagem interdisciplinar, em que serão mobilizados conteúdos da química e de outros campos da biologia, como fisiologia e biologia celular. Haverá uma reflexão de como podemos pensar os impactos de uma má alimentação nos seres humanos, contextualizando com a insegurança alimentar na população pobre e negra. Em seguida, para cumprir a “fase de modelagem”, será lido o caso 1 pela professora, sobre as possíveis razões de vários membros da família da personagem Layla possuírem hipertensão. Haverá uma discussão das questões orientadoras do caso, conduzida pela professora e de forma dialogada com os estudantes.		
Propósito de ensino: y1		Objetivos de aprendizagem: C2; C3
Momento 5	Tema: Lutas antirracistas e saúde	Duração: 40 min
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada com o uso de textos ou vídeos. Será apresentada a Política Nacional de Saúde Integral da População Negra (PNSIPN) como uma conquista que é fruto das lutas dos movimentos sociais negros, seus objetivos e a importância da sua defesa e implementação efetiva. Por meio da apresentação dessa política, se discutirá com os estudantes a importância do uso da raça nas ações afirmativas das políticas públicas de saúde.		
Propósito de ensino: y3		Objetivos de aprendizagem: C6; A3
Momento 6	Tema: Modelo epigenético sobre a relação entre racismo, herança e saúde	Duração: 80 min
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada, em que no início, serão revisados alguns conceitos das aulas 2 e 4. Em seguida, haverá a apresentação de um modelo explicativo baseado na epigenética que discute como o estresse da discriminação, a alimentação inadequada e exposição a produtos tóxicos podem provocar alterações epigenéticas as quais estão relacionadas com os altos índices de doenças crônicas em pessoas pertencentes a grupos racializados durante o curso de vida e entre as gerações. Realçando que as alterações epigenéticas podem ser revertidas se forem criadas condições adequadas. Será discutido a relevância da gravidez e saúde materna para a futura saúde dos filhos e com isso, uma problematização a respeito do cuidado às mulheres negras durante a gestação, no parto e acompanhamento dos recém-nascidos pelas redes de saúde. Ao final da aula, a professora fará a leitura conjunta do caso 2 da QSC, o qual será discutido no momento 7.		
Propósitos de ensino: y1; y3		Objetivos de aprendizagem: C2; C5
Momento 7	Tema: Discussão do caso 2	Duração: 40 min

Ações didáticas: Discussão do caso 2 da QSC sobre o debate do personagem Marcelo com seus colegas a respeito das disputas sobre o uso do conceito sociológico de raça na saúde. As questões serão discutidas em grupo com a supervisão e quando necessário a mediação da professora, da forma como é orientado para a “fase de prática guiada”.		
Propósito de ensino: y4		Objetivos de aprendizagem: P2; A1; A2
Momento 8	Tema: Implicações éticas da epigenética	Duração: 80 min
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada com o uso de textos, em que haverá uma breve revisão histórica da eugenia e sua associação com o determinismo ambiental. Discussão de como a epigenética pode trazer novas formas de eugenia e estigmatização por meio da leitura e resolução do caso 3 sobre as implicações éticas da epigenética. Cumprindo a “fase de prática independente”, a discussão será em grupo e os próprios estudantes terão autonomia para conduzir o debate.		
Propósito de ensino: y4		Objetivos de aprendizagem: P2; A1
Momento 9	Tema: Avaliação da SD e delimitação da ação sociopolítica antirracista	Duração: 40 min
Ações didáticas: Resumo das atividades desenvolvidas na sequência didática, avaliação geral e diálogo com os estudantes a partir de suas críticas e sugestões para cumprir com a “fase de síntese”. Delimitação da ação antirracista e orientações para a sua elaboração coletiva, a qual será promovida para toda a comunidade escolar pelos estudantes.		
Propósito de ensino: y4		Objetivos de aprendizagem: P3; P4; A4

Fonte: Elaborado pelo autor

Como temos apresentado, as atividades da SD são centradas na discussão de uma QSC envolvendo raça, saúde e epigenética. Para construir essa QSC enquanto uma estratégia didática, utilizamos a estrutura de três elementos (Figura 13) proposta por Conrado e Nunes-Neto (2018), que prevê a elaboração dos objetivos de aprendizagem organizados em torno das dimensões CPA dos conteúdos, os quais foram apresentados no quadro 4; casos, os quais são narrativas de histórias reais ou fictícias com personagens e diálogos que apresentam a QSC aos estudantes; e questões orientadoras, importantes para promover a argumentação e um debate entre os estudantes que mobilize os objetivos de aprendizagem propostos.

Figura 13: Estrutura de três elementos para a abordagem de QSC em sala de aula



Fonte: Conrado; Nunes-Neto (2018)

Nessa proposta pedagógica, foram construídos três casos (Quadros 5, 6 e 7) para apoiar didaticamente as fases propostas por Conrado (2017), ao tempo em que pretendem promover: a compreensão não determinista genética do conceito de herança biológica (caso 1 — fase de modelagem); uma visão crítica das implicações do racismo na saúde e utilização da raça nas políticas públicas de saúde (caso 2 — fase de prática guiada); e um exame ético e político do uso da epigenética nas explicações para as iniquidades raciais na saúde (caso 3 — fase de prática independente).

Quadro 5: Caso 1 da QSC e questões orientadoras

Uma reportagem na televisão sobre um estudo publicado por uma revista científica estadunidense afirmando que o racismo experienciado por uma pessoa negra, a longo prazo, pode aumentar o risco de hipertensão, deixou Layla bastante intrigada.

Layla é uma jovem mulher negra, filha e neta de mulheres negras, as quais já foram diagnosticadas com hipertensão. A avó de Layla, D. Núbia, há muito tempo faz uso de anti-hipertensivos e constantemente aferi a pressão arterial, hábito que pode colaborar na diminuição de riscos de desenvolvimento de outras doenças cardiovasculares. O médico da Unidade de Saúde da Família tem alertado D. Núbia para que oriente as filhas e as netas a sempre que possível aferir a pressão arterial para que, se for o caso, a doença seja diagnosticada precocemente. Visto que a mesma, segundo o médico, é hereditária, causada por um fator genético, o que nunca foi colocado em dúvida por D. Núbia, visto que muitas de suas irmãs e sobrinhas também têm hipertensão. Por esta razão, Layla desde cedo foi orientada pela avó a ter cuidados com a saúde e a aferir a pressão arterial regularmente.

Ao assistir a reportagem, Layla se recordou que desde sempre ouviu em campanhas de saúde que “a pressão alta é uma doença mais comum em negros”. A informação de que isso pode ser devido ao racismo fazia mais sentido do que simplesmente ser por uma causa genética, pois ela tinha consciência que as experiências cotidianas de racismo geram estresse e prejuízos à saúde, além de impossibilitar o acesso a uma alimentação saudável e a prática de atividade física. Porém, a realidade de que muitos de seus parentes tinham sido diagnosticados com hipertensão ainda muito jovens, não fazia Layla descartar a hipótese de herdabilidade da doença. Como D. Nubia dizia, “é de família”. Na escola, sua professora de biologia havia dito que tudo que herdamos dos nossos pais e avós estava contido nos nossos genes, e raramente os genes são alterados, só quando ocorrem mutações.

Layla buscava qual a melhor explicação para os casos de hipertensão na família. Se por um fator hereditário ou por conta das experiências de vida as quais estavam ligadas ao racismo. Ela também pensava se as duas causas estavam relacionadas, em que a experiência do racismo sofrido por uma pessoa podia de alguma forma interferir no funcionamento dos genes e isso ser transmitido para as próximas gerações.

Questões orientadoras

1. Quais são os fatores determinantes para o desenvolvimento da hipertensão arterial?
2. De acordo com seus conhecimentos, qual a melhor explicação para a alta frequência de hipertensão na família de Layla? Por fatores genéticos, por conta de fatores socioambientais, ou por ambas as causas?
3. A professora de biologia de Layla afirmou que a herança biológica se dá por meio dos genes e estes só são alterados caso ocorram mutações. O que você entende por herança biológica? Existem formas alternativas de herança além da apresentada pela professora de biologia?
4. A mãe e a avó de Layla têm hipertensão, logo há um fator de risco para que ela também desenvolva a doença. O que Layla pode fazer para evitar que também se torne hipertensa?
5. Na sua opinião, ser saudável é uma escolha? Quais condições fora do controle de Layla podem oferecer obstáculos para que ela tenha cuidados com a sua saúde?
6. Pesquise se há políticas na sua cidade, no seu estado e no país voltadas para o tratamento e prevenção da hipertensão para a população negra, visto a sua maior vulnerabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 6: Caso 2 da QSC e questões orientadoras

Marcelo é estudante do Centro de Educação Profissional em Saúde e no seu curso há uma disciplina chamada Saúde Coletiva. A professora da disciplina, chamada Regina, tem trabalhado com os alunos os princípios doutrinários do SUS. Em uma das aulas, o princípio discutido era o da equidade. Para avaliar o grau de compreensão dos alunos, ela pediu para que eles pensassem em um exemplo e compartilhassem com

a turma. Marcelo havia assistido uma palestra sobre o racismo como determinante social de saúde e de acordo com o que ouviu, deu o seguinte exemplo:

Marcelo — Quando se leva em consideração as condições de desigualdade entre negros e brancos na saúde, portanto os recursos destinados e as ações do SUS devem ser diferenciados para cada um desses grupos. Por exemplo, vamos comparar com as cotas raciais nas universidades, elas são importantes pois historicamente os negros não têm acesso à educação...

Antônio — Em relação ao acesso à universidade pode até ser, mas na saúde acho que não é muito aconselhável utilizar esse conceito de raça, acho que se deve levar mais em conta a condição socioeconômica.

Carolina — Não acho que deva ser utilizado nem em um caso nem em outro, porque raça não existe, já foi comprovado pela genética, somos todos iguais. Por isso não deve existir políticas de saúde para negros, porque é uma forma de racismo.

Marcelo — Mas quando os dados epidemiológicos utilizam a raça, o que se vê é que os negros têm mais alguns tipos de doenças do que os brancos, como a hipertensão e o diabetes, e isso pode ser resultado do próprio racismo. Na disciplina de biologia, a professora tem discutido muito sobre a herança epigenética, em que a experiência que os pais sofrem não só contribui para o estado de saúde deles, mas também pode ser um dos fatores que influenciam o estado de saúde dos filhos. Eu entendi que por isso, os negros são mais vulneráveis a algumas doenças.

João — Como a epigenética leva em conta o ambiente, podem ser tomadas medidas por parte do governo para melhoria da qualidade de vida das pessoas, além de ajudar em pesquisas para produção de medicamentos.

Carolina — Já eu vejo a epigenética como mais uma prova de que não se deve diferenciar as pessoas pela cor da pele. No Brasil houve uma intensa miscigenação, certo? Todos nós praticamente temos um bisavô ou alguém longe na família que é negro, então como herdamos as experiências dos nossos ancestrais, todo mundo é prejudicado de alguma forma. Portanto, acredito que todos devem ser tratados da mesma forma, porque raça só existe uma, a humana.

Luís — Essa diferença nos dados que Marcelo disse, deve ser por conta da forma como essas pessoas escolhem viver, é só elas terem melhores hábitos e cuidarem da saúde. Pelo que eu conheço de epigenética, nossas escolhas de vida dizem muito sobre a nossa saúde e a de nossos filhos.

Antônio — Como os processos de saúde e doença envolvem aspectos biológicos, acredito que diferenciar negros e brancos na predisposição a doenças é uma forma de reforçar diferenças biológicas.

Marcelo — Mas também envolvem aspectos sociais. Inclusive a epigenética busca relacionar bastante as duas dimensões, biológica e social.

A professora Regina não tinha conhecimentos de epigenética para acrescentar nas falas de João, Marcelo e Luís. Compreendendo a importância de discutir racismo na saúde e como forma de ampliar o debate, ela propôs que os estudantes lessem materiais que discutam o racismo como um determinante de saúde e como as diferenças raciais na saúde podem ser explicadas.

Questões orientadoras

1. Por muito tempo as raças humanas foram defendidas como categorias biológicas pela ciência, atualmente entende-se a raça como uma construção social. De que forma a raça como construção social tem impacto na saúde das pessoas racializadas?

2. Você concorda que não é recomendado considerar a raça nas intervenções de saúde? Por quê?

3. Carolina afirma que uma política pública de saúde específica para a população negra é uma forma de racismo. Descreva a diferença entre discriminação negativa e discriminação positiva e de acordo com o seu entendimento do que é o racismo e seus impactos na saúde, discuta com seus colegas sua opinião sobre a fala de Carolina.

4. Você concorda com a fala de Carolina, que devido a miscigenação ocorrida no país, epigeneticamente a maioria das pessoas são prejudicados pela herança da escravidão? As modificações epigenéticas herdadas se mantêm estáveis mesmo que em ambientes mais favoráveis? Quais outros fatores devemos considerar para analisar a vulnerabilidade em doenças em uma população racializada?

5. A epigenética trouxe o entendimento de que nossos hábitos podem interferir na expressão de nossos genes e a depender do nosso estilo de vida podemos trazer benefícios ou malefícios para nós e para os nossos descendentes. Reflita como essa ideia pode contribuir para culpabilizar indivíduos e isentar as esferas governamentais de suas responsabilidades.

6. O que você entende quando se atribui a um fator biológico a causa de uma característica humana? Qual a relação dos processos biológicos com as condições socioambientais? Na sua concepção, devemos atribuir a condição de saúde da população negra a um fator estritamente biológico?

Fonte: Adaptado de Santos; Sepúlveda (2024)

Quadro 7: Caso 3 da QSC e questões orientadoras

Marcelo e João estavam bastante interessados pelos conhecimentos que a epigenética trazia e resolveram se empenhar no maior conhecimento dessa abordagem através de várias pesquisas na internet e do compartilhamento de informações entre eles. Eles estavam bastante surpresos de que a ciência já estava bem convencida de que a exposição a toxinas, estresse, o *status* socioeconômico, as experiências de racismo e os estilos de vida dos pais e avós poderiam influenciar a saúde dos filhos e netos.

Marcelo — Essa ideia de que ambientes adequados podem trazer melhorias para saúde das pessoas e das gerações futuras pode ajudar a pensar formas de reivindicarmos uma sociedade mais justa, porque as desigualdades em saúde poderão ser combatidas pela raiz. Acho muito importante encontrarmos um jeito de divulgar sobre a epigenética na nossa escola e nossa comunidade.

João — Também concordo. E acredito que devido ao contexto histórico do nosso país, alguns grupos de pessoas são mais afetadas pelas experiências sofridas por seus antepassados. Como é o caso das populações negra e indígena, que até hoje sofre com os prejuízos da escravidão e colonização.

Marcelo — Sim. Vi em um dos textos que li, que os cientistas fizeram vários experimentos com ratos de laboratório e perceberam que ratos que tinham uma alimentação pobre em folato transmitiam danos para os seus descendentes, é como se a herança fosse “intoxicada”, o que eles sugerem que seja possível de acontecer com seres humanos quando expostos a condições adversas.

João — Mas devemos ter cautela quando falamos sobre isso em relação aos seres humanos. Essa ideia de herança danificada pode reforçar preconceitos de que grupos de pessoas que vivem em determinados lugares ou são expostas a condições ambientais prejudiciais além de doentes, são transmissoras de doenças, fazendo com que essas pessoas sejam estigmatizadas.

Marcelo — Não havia pensado nesse risco. Além de que, se toda atenção for dada apenas a forma como a experiência dos pais pode influenciar a saúde dos filhos, pode-se entender que isso é a resposta para tudo e outros fatores que influenciam a saúde durante a vida podem ser ignorados.

João — Também isso poderia reavivar ideias antigas de que pessoas que têm o privilégio de nascerem e viverem em condições favoráveis são melhores por transmitirem características mais adequadas. Será que estaríamos incorrendo em ideias eugenistas? E como poderíamos empregar os conhecimentos da epigenética para entendermos melhor as iniquidades na saúde e reivindicamos uma sociedade mais justa?

Os estudantes tinham várias dúvidas a respeito da melhor forma de usar a epigenética para se pensar uma sociedade equânime. Eles entendiam que esses conhecimentos poderiam auxiliar a esfera pública no desenvolvimento de políticas de reparação para grupos sociais que historicamente estão em condição de desvantagem. Mas havia também o risco de estigmatização desses grupos. Pensavam, então, formas de utilizar essas informações de maneira assertiva. E vocês, como se posicionariam?

Questões orientadoras

1. O pensamento tipológico racial considera que as raças humanas são naturais e podem ser categorizadas de acordo com características biológicas de que elas são próprias. Na sua opinião as abordagens da epigenética sobre raça e saúde se aproximam do pensamento tipológico racial? Justifique sua resposta.

2. Marcelo ao falar sobre “herança intoxicada”, é alertado por João sobre o risco dessa abordagem ao tratar de seres humanos. Tendo em vista episódios históricos em que medidas de saúde pública intervieram na reprodução de seres humanos, acreditando haver raças superiores e inferiores, discuta porque relacionar herança, raça e saúde pode ser perigoso.

3. A eugenia pode ser caracterizada como práticas e políticas que buscam a melhoria da espécie humana por meio da seleção artificial de indivíduos consideradas desejáveis e a eliminação dos indesejáveis. Como você entende que a epigenética pode promover novas formas de eugenia? Proponha e discuta maneiras como isso pode ser evitado.

4. Você concorda que o entendimento da herança epigenética pode trazer mais benefícios ou malefícios para a sociedade? Cite alguns conhecimentos da epigenética que poderiam contribuir de forma positiva para a promoção da equidade em saúde. Além da epigenética, quais outros conhecimentos podem ser integrados para o alcance desse objetivo?

Fonte: Elaborado pelo autor

4. 3. Contribuição de profissionais da Educação Científica no processo de validação qualitativa da sequência didática

A sequência didática desenhada foi encaminhada para 44 avaliadores, entre eles professores e professoras de biologia da educação básica e/ou pesquisadores e pesquisadoras da área do Ensino de Ciências, com o objetivo de que esses profissionais avaliassem a coerência entre as ações didáticas, os objetivos de aprendizagem e os propósitos dos princípios de *design*. Cabe destacar que o conceito de validade nas pesquisas qualitativas em educação não busca fazer análises e previsões estatísticas, mas tem o sentido de indicar atributos tais como coerência, consistência, qualidade, confiabilidade, valor e eficácia (Ollaik; Ziller, 2012). A validação prévia por especialistas consistiu no primeiro ciclo da fase de prototipagem e a partir dela se buscou refinar o primeiro protótipo da SD por meio de adequações metodológicas para sua implementação mais acurada no contexto real de sala de aula, assim como analisar a coerência dos princípios de *design* por meio do grau de concordância entre eles e o desenho da proposta educativa.

Dos 44 convidados, 18 retornaram com a avaliação no prazo estabelecido, ou seja, uma taxa de retorno de 40,9%. Quanto à formação acadêmica dos que responderam ao instrumento de validação, 16 são formados em Ciências Biológicas, um em licenciatura em Química e uma em Ciências Biológicas - modalidade médica. Em relação à titulação mais

alta obtida, quatro eram licenciados, três mestres e 11 doutores. 100% dos avaliadores sinalizaram que já tinham experiência enquanto professores da educação básica. O tempo de experiência docente variou entre 1 e 24 anos na educação básica e entre 1 e 31 anos no ensino superior, ao distribuir esse período em intervalos de 5 anos, se obtém o resultado apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Distribuição do tempo de experiência docente dos avaliadores em intervalos de 5 anos

Níveis de ensino	Ensino	Ensino	Ensino
Intervalo de anos	Fundamental	Médio	Superior
1 a 5	7	10	3
6 a 10	3	2	2
11 a 15	0	1	0
16 a 20	0	0	1
21 a 25	0	1	0
26 a 30	0	0	2
31 a 35	0	0	2

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com Melo (2021), a experiência docente na educação básica, principalmente no contexto do ensino médio, é uma aspecto de especial relevância no processo de validação de produtos educacionais destinados a esse nível de ensino, pois os participantes trazem desse contexto conhecimentos necessários para a adequação metodológica da sequência didática aos contextos educacionais reais, pois já vivenciaram na prática os desafios de ensino e de aprendizagem e a partir disso construíram saberes diferenciados em relação àqueles que ainda não passaram por esse tipo de experiência.

Resguardando o princípio ético da confidencialidade, os avaliadores não terão sua identidade revelada. A identificação deles será feita apenas a partir da formação, atuação profissional, no momento em que responderam ao questionário de validação, e área de pesquisa, informações que podem ser consultadas no quadro 8. Tal identificação é importante para que quando apresentarmos os comentários dos avaliadores durante a discussão dos resultados da validação se tenha uma ideia de que lugar eles falam. Ressaltamos a importância que a diversidade de avaliadores teve na validação, principalmente por se tratar

de uma sequência didática que demanda a mobilização de conhecimentos de diversas áreas e práticas.

Quadro 8: Identificação dos avaliadores da Sequência Didática

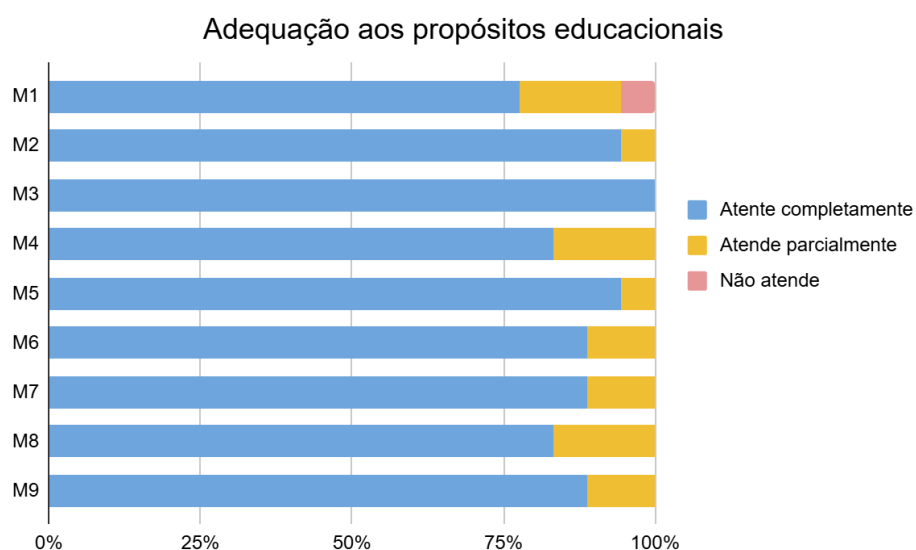
Identificação	Formação	Atuação Profissional	Área de Pesquisa
Avaliadora 1	Graduada em Ciências Biológicas; Mestra e Doutora em Genética e Biologia Molecular	Professora da educação profissional e do ensino superior; leciona disciplinas de Biologia Geral e Metodologia da Pesquisa Científica	Ensino de Ciências
Avaliadora 2	Licenciada em Ciências Biológicas; Mestra em Educação; Doutora em Ensino; Filosofia e História das Ciências	Professora do ensino superior; leciona disciplinas de educação	Ensino de Biologia; Relações Étnico-Raciais; Educação CTSA; Questões Sociocientíficas; Pesquisa Colaborativa
Avaliador 3	Licenciado em Ciências Biológicas; Mestre em Ecologia; Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências	Professor de Ciências	Ensino de Ciências; Ensino de Genética; Questões Sociocientíficas
Avaliador 4	Licenciado em Ciências Biológicas	Professor de Biologia	Ensino de Ciências; Educação em Saúde; Educação das Relações Étnico-Raciais
Avaliadora 5	Licenciada em Ciências Biológicas	Professora de Biologia	Ensino de Ciências
Avaliadora 6	Licenciada em Ciências Biológicas; Mestra em Zoologia	Professora de Ciências	Ensino de Ciências e História das Ciências
Avaliador 7	Licenciado em Química; Mestre em Educação em Ciências e Saúde	Professor de Ciências	Ensino de Ciências; Educação das Relações Étnico-Raciais
Avaliador 8	Licenciado em Ciências Biológicas; Mestre em Biologia Evolutiva e Biodiversidade; Doutor em Biologia	Professor do ensino superior; leciona disciplinas de História das Ciências	História das Ciências
Avaliadora 9	Licenciada em Ciências Biológicas	Professora de Biologia	Ensino de Ciências; Educação das Relações Étnico-Raciais

Avaliador 10	Licenciado em Ciências Biológicas; Mestre e Doutor em Educação	Professor do ensino superior; leciona disciplinas de educação	Educação das Relações Étnico-Raciais
Avaliadora 11	Graduada em Biomedicina; Mestra e Doutora em Genética Humana	Professora do ensino superior; leciona disciplinas de genética	Genética Humana e Ensino de Genética
Avaliador 12	Licenciado em Ciências Biológicas; Mestre em Ensino de Ciências	Gestor da Educação Básica e Professor de Biologia	Ensino de Ciências
Avaliador 13	Licenciado em Ciências Biológicas; Mestre e Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências	Professor da educação profissional e do ensino superior; leciona disciplinas de biologia e de ciências do solo	História da Biologia
Avaliadora 14	Licenciada em Ciências Biológicas; Mestra e Doutora em Educação	Professora do ensino superior; leciona disciplinas de educação	Ensino de Ciências
Avaliadora 15	Graduada em Ciências Biológicas; Mestra e Doutora em Genética	Professora do ensino superior; leciona disciplinas de Genética	Genética Humana e Ensino de Genética
Avaliadora 16	Licenciada em Ciências Biológicas	Professora de Biologia	Não é pesquisadora
Avaliadora 17	Licenciada em Ciências Biológicas; Mestra em Ciências Agrárias; Doutora em Ensino de Ciências	Professora de Biologia	Ensino de Ciências: Perfil Conceitual; Pesquisa Colaborativa
Avaliadora 18	Licenciada em Ciências Biológicas; Mestra em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos; Doutora em Ensino; Filosofia e História das Ciências	Professora de Ciências e Biologia	Ensino de Ciências: Educação antiopressiva; História da Biologia; Inovações Educacionais

Fonte: Dados da Pesquisa

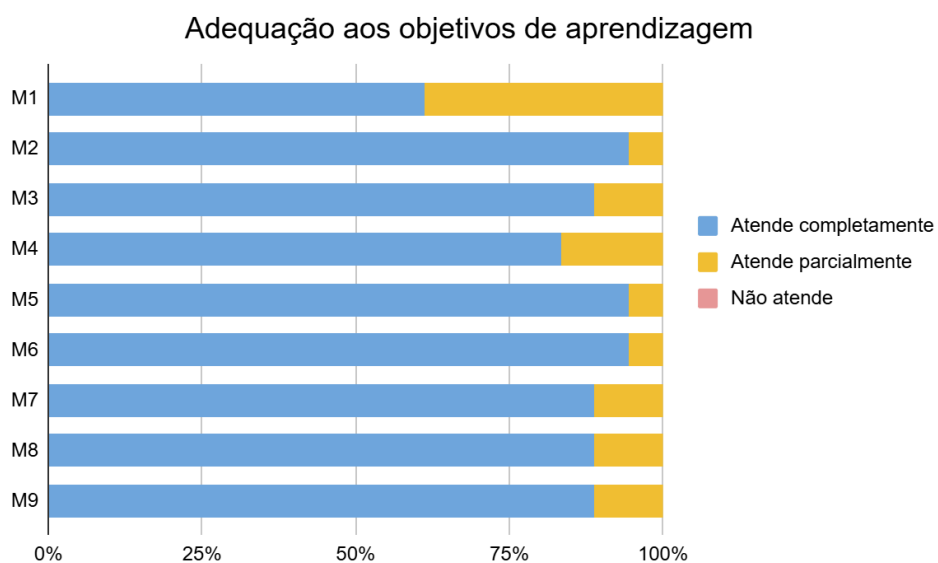
Como observado nos gráficos das figuras 14 e 15, a SD de maneira geral teve uma avaliação positiva. Todos os momentos pedagógicos (M), de acordo com a maioria dos avaliadores, estão alinhados aos propósitos educacionais dos princípios de *design* e aos objetivos de aprendizagem.

Figura 14: Gráfico da avaliação global da adequação aos propósitos educacionais



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 15: Gráfico da avaliação global da adequação aos objetivos de aprendizagem



Fonte: Dados da pesquisa

Em tese, podemos concluir que a proposta de ensino construída apresenta alto grau de concordância com os propósitos dos princípios de *design* e que, consequentemente, estes possuem um potencial significativo para o desenho de intervenções que tenham em vista o alcance dos objetivos que temos estabelecido na pesquisa. Essa concordância mútua entre as

ações da SD, os propósitos e os objetivos de aprendizagem nos permitem inferir de maneira geral que os princípios de *design* são consistentes e de que há coerência entre estes e a SD.

Além da avaliação global positiva, para que instrumentos de investigação na pesquisa qualitativa em educação sejam validados é necessário considerar a análise ponderada das justificativas e sugestões das pessoas que avaliaram, de modo a tornar possível o aperfeiçoamento da intervenção com base nos conhecimentos desses professores e pesquisadores (Paiva, 2019). A seguir discutimos os principais comentários e sugestões dos avaliadores, de modo especial aqueles que consideramos relevantes ou por suas ideias serem levantadas por mais de um avaliador, e que por isso devem ser levados em conta no refinamento da SD.

Embora a avaliação dos pares tenha validado a coerência dos princípios de *design*, estes podem ser refinados à medida que são avaliados (Plomp, 2018). Antes de analisar as sugestões relativas às ações didáticas da SD, destacamos a seguinte sugestão da avaliadora 14 que chamou atenção quanto ao detalhe do enunciado do propósito educacional do terceiro princípio de *design*: “Acho que o propósito precisa se alinhar mais às ações e objetivos, pois **a importância do uso positivo da raça não é só em debates mas também em estratégias promotoras da equidade em saúde**” (grifo meu). Concordamos com a sugestão, visto que um dos objetivos da proposta educativa é de promover a compreensão da importância das ações sociais e das políticas públicas de saúde antirracistas, reforçando o papel que o ativismo político dos movimentos negros tem no apontamento dessa necessidade e no estabelecimento de estratégias (Objetivos C6 e A3). Dessa forma, reformulamos o enunciado do princípio de planejamento para: **(C) Abordagem crítica da polissemia do conceito de raça na interpretação das iniquidades raciais na saúde, com a função (y3) de possibilitar o entendimento da importância do uso positivo da raça nos debates científicos e sociopolíticos envolvendo saúde e nas ações promotoras de equidade racial em saúde.**

O momento 1 foi o único que obteve a avaliação “não atende” por parte de um dos avaliadores quanto aos propósitos educacionais e que teve a maioria das avaliações “atende parcialmente” quanto aos objetivos de aprendizagem em relação aos outros momentos pedagógicos. Embora as ações didáticas para esse momento pedagógico tenham sido planejadas tendo em vista o propósito y4, reconhecemos que o momento sozinho não dá conta de atender a esse propósito abrangente, tangencial a toda a proposta e que tem potencial de ser alcançado ao longo do desenvolvimento da mesma. Por essa razão, considerou-se necessária a delimitação de objetivos de ensino mais específicos para cada momento

pedagógico, tendo em vista o planejamento didático dos professores que irão aplicar a SD em sala de aula.

Quanto aos objetivos de aprendizagem, ainda em relação ao momento 1, a principal sugestão posta pelos avaliadores, e que julgamos fundamental, foi a da necessidade de uma abordagem mais explícita da importância das ações antirracistas na escola e da apresentação de propostas de ações que possam ser exequíveis no contexto dos estudantes. Como apontado no comentário da avaliadora 1:

Penso ser importante trazer o que são ações sociopolíticas (não fica claro na ação didática se farão). Além disso, **proponho que tragam exemplos de outras ações** (não necessita ser do mesmo tema, mas mostrar o que é, como faz, como é a estrutura...) já feitas por estudantes de outros estudos. Pois é algo muito novo a eles, e possuem dificuldades (grifo meu).

Os comentários sobre o momento 1 dialogam com aqueles a respeito do momento 9, em que há a recomendação de que as propostas das ações sejam possíveis de serem planejadas em tempo hábil pelos estudantes e que sirvam como atividade de fechamento da SD, visto que os estudantes precisam produzir atividades que demonstrem a apreensão das discussões realizadas em sala e o engajamento com a proposta. A avaliadora 2, nesse sentido, dialoga com Hodson (2013), autor que propõe que a exemplificação de ações bem-sucedidas e o incentivo para promovê-las no contexto escolar são fundamentais para que os estudantes se tornem ativos sociopoliticamente, a começar na comunidade em que estão inseridos:

Para estimular o envolvimento em APS **sugiro que a professora compartilhe exemplos de ações bem-sucedidas envolvendo a temática**. Hodson argumenta que a probabilidade de as/os estudantes se tornarem ativas/os sociopoliticamente é aumentada substancialmente se encorajada/os em ações no contexto escolar, oferecendo oportunidades para fazê-lo e dando exemplos de ações bem-sucedidas - como o caso dos movimentos sociais que subverteram leis excludentes ao longo da história da humanidade (Hodson, 2013) (grifo meu).

A ação sociopolítica foi um tópico a respeito do qual os avaliadores identificaram limitações e apresentaram sugestões de adaptações tanto para o primeiro momento quanto para os últimos. Por essa razão, depois das discussões sobre as sugestões dos pares para os momentos 8 e 9, relativas a estratégias para incentivar os estudantes a construírem ações sociopolíticas de forma integrada ao desenvolvimento da SD, concluiremos a avaliação sobre este aspecto da proposta educativa e apresentaremos as decisões tomadas no que concerne a sua adequação metodológica. Em relação ao momento 2, foi apontada o cuidado com a forma rígida com que os dados epidemiológicos são abordados, o que poderia gerar dificuldade de

compreensão e pouco engajamento, como apresentado nos comentários abaixo das avaliadoras 9 e 17:

Neste momento, entendo que deve-se ter cuidado com a forma como os dados serão apresentados. **O excesso de informações e a forma de apresentação dos dados pode gerar falta de interesse e engajamento.** Acho que ilustrar com exemplos simples pode facilitar (avaliadora 17, grifo meu).

Uma vez que analisar, interpretar e contextualizar dados epidemiológicos e estatísticos é um objetivo, acredito que seja interessante explorar bem esse recurso, por dois motivos: a dificuldade que muitos alunos têm com esse tipo de leitura e por se tratar de dados reais que vão possibilitar uma discussão mais crítica (avaliadora 9, grifo meu)

Reconhecemos a importância de uma apresentação dinâmica, como com a ilustração de exemplos advindos da mídia e consideramos válido incorporar essa sugestão na SD. Porém, ressaltamos também que a abordagem contextualizada de dados numéricos de pesquisas advindos de fontes seguras é importante para nossa proposta educativa nos variados contextos formativos, em razão da importância da interdisciplinaridade no trabalho com QSC (Conrado; Nunes-Neto, 2018) e também pelo papel histórico da epidemiologia na denúncia das iniquidades raciais na saúde, em que há a pressão do movimento negro para inclusão da variável raça/cor nos índices públicos de saúde (Ferreira, 2016). Além disso, é preciso levar em consideração que, nas circunstâncias da pós-verdade, a educação científica enfrenta mais o desafio de combater o negacionismo científico, a propagação de falsas informações e de se manter constante na denúncia das injustiças resultantes de opressões históricas (Marín, 2023). Dessa forma, é apropriado explorar fontes seguras em sala de aula, ao tempo em que se é possível oferecer condições para que os estudantes possam saber onde e como consultá-las de forma adequada e apropriar-se delas criticamente.

Quatro avaliadores indicaram a necessidade de que as ações didáticas do momento 3 fossem feitas antes da apresentação dos dados epidemiológicos, a exemplo do seguinte comentário da avaliadora 5:

Acredito que esse momento deveria ser o 2 ao invés do 3, pelo seu caráter introdutório, **primeiro entender o conceito de saúde e sua amplitude (física, mental, social, etc.) e após refletir sobre os diferentes índices de doenças que afetam os grupos populacionais** que é o que está proposto no atual momento 2 (grifo meu).

Devido a essas observações, se considerou que as discussões sobre o conceito de saúde, suas diversas dimensões e como elas se relacionam com o fenômeno social da raça deveriam ser feitas em um momento anterior.

As discussões que faremos sobre o momento 4 dizem respeito a um dos grandes desafios da nossa proposta que é o processo de recontextualizar didaticamente o conhecimento científico da epigenética que, geralmente, ainda não integra o conhecimento escolar, visto que segundo Gericke (2021) e Franzolin *et al.* (2020), os conteúdos escolares da genética não são meramente a simplificação das pesquisas acadêmicas que os originaram, mas envolvem práticas e valores. Por isso, relatamos as dinâmicas de negociação ao propor a implementação desse “novo conhecimento”, as quais exigem determinadas escolhas epistemológicas e pedagógicas, tendo em vista os conflitos com questões do currículo, as expectativas formativas, o engajamento e grau de dificuldade de aprendizagem dos estudantes, a organização do tempo escolar e a preparação dos professores.

O primeiro ponto importante é sobre quando a epigenética aparece na SD, que, segundo a avaliadora 15, tratando-se de um tema bastante inexplorado, acontece de forma tardia:

Minha maior dúvida é com relação ao momento em que a epigenética vai surgir na sequência. **Eu considero que esse é um tema muito pouco explorado no ensino médio, por diversos fatores, incluindo a falta de conhecimento do tema por parte dos professores.** Portanto, nesse primeiro momento quando se fala “Se explicará a proposta da QSC e da construção de ações sociopolíticas antirracistas envolvendo epigenética e saúde da população negra” **esperaria ao menos o conceito de epigenética.** Porém, pelo que foi aqui apresentado, a epigenética irá ser explorada no Momento 4 (grifo meu).

Percebemos que havia a necessidade de que a epigenética fosse introduzida no início da sequência didática por ser considerada uma área a qual os estudantes não estão familiarizados e por isso podem ter dificuldade para entendê-la, fazer correlações entre os elementos presentes no tema da SD, participar das discussões e desenvolver as atividades de forma apropriada. É também com base nesse tipo de preocupação a respeito do conteúdo da epigenética, que os comentários de alguns professores na avaliação do momento 4 chamaram atenção para o nível de complexidade e o grande volume de conteúdos conceituais de biologia mobilizados. Como é visto no comentário do avaliador 12:

Achei a aula bem planejada e o caso bastante interessante, contudo, fiquei pensando se os conceitos apresentados – o de epigenética e as relações bioquímicas que alteram a expressão do genótipo – não seriam complicados demais para uma turma

de Ensino Médio (...) **não seria o caso de repensar o nível de complexidade?** (grifo meu).

Outra questão, foi o grande investimento nas explicações sobre epigenética em si em detrimento de uma reflexão acerca do conceito de herança biológica e de sua significação a partir de uma perspectiva pluralista, o que também é válido para o momento 6, no qual é planejado a apresentação de modelos sobre raça, saúde e epigenética, como é visto no comentário da avaliadora 14: “Considero que o foco da aula foi centrado na epigenética, não havendo uma discussão que conduza a uma compreensão pluralista do conceito de herança”; e da avaliadora 17: “Percebi que há uma grande mobilização de conteúdos envolvendo fisiologia e biologia celular, o que requer muito cuidado na abordagem”.

A dedicação em planejar a aula com conteúdos sobre mecanismos epigenéticos a nível de reações bioquímicas na célula foi na tentativa de fornecer fundamentos para a compreensão de como o ambiente pode influenciar a expressão dos genes e como tal padrão de expressão pode ser transmitido para gerações posteriores, portanto, apresentando um tipo de herança alternativa à herança genética (Jablonka; Raz, 2009). Mas, de fato, é preciso ressaltar que a molecularização das explicações prescinde da complexidade dos fenômenos biológicos, como a herança, a qual engloba outros níveis de organização (Oliveira; Caldeira, 2015). Ademais, buscamos enfoques e estratégias que permitissem contextualizar o ensino de genética e não dificultá-lo, visto que o mesmo, tradicionalmente, já é reportado como tendo conteúdos que exigem alto grau de abstração e grande nível de dificuldade de aprendizagem pelos estudantes (Diniz *et al.*, 2023).

No entanto, a aposta de restringir didaticamente a epigenética aos mecanismos que regulam a expressão gênica quando os conteúdos para abordá-la no ensino médio foram selecionados é apontado como um aspecto positivo pela avaliadora 15:

A partir de conversas com outros professores (...) de várias instituições do país, temos observado que os **professores, em geral, têm uma grande dificuldade no entendimento da epigenética e vem usando como algo quase “mágico” para explicar tudo**. Nós temos uma grande preocupação com isso, em particular quando falamos de herança epigenética entre gerações, que é algo ainda muito discutido. **Acredito que o foco na regulação gênica poderia tirar a “mágica” do processo**. Estamos tentando há bastante tempo gerar um material sobre epigenética para uso em sala de aula, porém com sucesso muito baixo. É um tema muito árido (grifo meu).

Sobre a observação descrita, Quaresma *et al.* (2022) discutem que, apesar da epigenética ser um tema muito debatido atualmente e com grandes impactos sociais, os

professores de biologia sugerem grande desconhecimento. Somado a isso, os poucos livros didáticos de biologia que abordam a epigenética o fazem de forma pouco criteriosa e desacertada (Quaresma *et al.*, 2022). Logo, temos a responsabilidade de, ao recontextualizar didaticamente esse conteúdo, torná-lo possível de ser discutido na educação básica, mas sem correr o risco de disseminar interpretações equivocadas dos conhecimentos da biologia, como por exemplo, de que fenômenos e processos biológicos são destituídos de uma explicação mecanística crível.

Para o ensino do fenômeno da herança biológica no ensino médio sob a perspectiva que estabelecemos, é necessário estratégias para possibilitar o entendimento de que há uma variedade de fatores causais envolvidos com o sistema de herança biológica e que esse sistema não é determinante, mas desenvolve potenciais para características (Reis, 2018). Contudo, a nossa proposta educativa dentro de seus limites não pretende aprofundar-se nos diversos fatores, mecanismos e processos complexos envolvidos na herança segundo uma visão genuinamente pluralista (Bonduriansky, 2012), e investe no grande potencial que a epigenética apresenta para aproximar-se do alcance de tal compreensão e para negociação com os compromissos do determinismo e reducionismo genéticos (Althoff, 2020). Como, por exemplo, na discussão sobre a importância do papel dos marcadores epigenéticos na compreensão da relação causal entre genes, ambiente e fenótipo (Tammen; Frisco; Choi, 2013). Além disso, como discutem Mansfield e Guthman (2014) e Gericke (2021), existem diferentes modelos genômicos para o desenvolvimento de características e somente falar da interação entre genes e ambiente de forma genérica não necessariamente significa falar de epigenética. Assim sendo, julgamos que, ao se referir à epigenética, é importante no mínimo localizar alguns dos seus mecanismos³⁰ como mediadores da influência do ambiente na expressão do genótipo e, conseqüentemente, no desenvolvimento e na herança de características fenotípicas.

Esse tipo de mediação didática dos conhecimentos não torna nossa proposta educativa independente epistemologicamente do que é apoiado pela comunidade científica sobre epigenética e do ponto de vista pedagógico pode auxiliar na compreensão de conteúdos que já fazem parte dos currículos tradicionais de biologia da educação básica, como o fluxo da expressão gênica, genótipo e fenótipo, mas que são abordados de forma desatualizada e descontextualizada (Gericke; Ewen, 2023; Zudaire; Fraile, 2020).

³⁰ Segundo Carvalho, Nunes-Neto e El-Hani (2011) no contexto do ensino de biologia, a modelagem de mecanismos possibilita relacionar um fenômeno biológico com as relações espaço-temporais de estruturas e processos presentes nos organismos vivos, bem como com as suas funções.

Assim, a partir desses dois tipos de avaliações alternativas que acabamos de discutir, concluímos, por enquanto, que é válido abordar a epigenética no EM fazendo referência aos marcadores epigenéticos e a sua influência na expressão gênica, porém, de maneira equilibrada. É necessário atenção para o nível de dificuldade, para os excessos de detalhes em termos de mecanismos moleculares e ter em vista que o objetivo de maior relevância para o ensino de biologia, nesse caso, não deve ser formar especialistas em epigenética mas sim de favorecer a compreensão mais apropriada da herança biológica.

Para o momento 5, uma sugestão que destacamos, foi a da reflexão mais apurada da polissemia do conceito de raça, o que na SD está previsto para ser discutido a partir ou de forma confluyente a outros temas, como os dados epidemiológicos de recorte racial. A avaliadora 1 destaca:

Não visualizei em nenhum local. Terão já discutido sobre raça: genética X social? O que é raça? Não sei se cabe, ou se achariam interessante trazer, apenas uma sugestão: Carl Linnaeus (importante pesquisador na área da sistemática) em seu livro *Systema Naturae* apresentou, pela primeira vez na esfera científica, uma divisão taxonômica da espécie humana. Ele sugeriu divisão da espécie humana em 4 raças: *europeanus* (brancos), *asiaticus* (amarelos), *americanus* (vermelhos) e *africanus* (negros). Resultado das conclusões do experimento de observação empírica. **Assim, pode-se discutir muitos aspectos de racismo, ciência, raça e genética. Também pode-se trazer se este fato foi o propulsor do racismo, se o racismo é decorrente do conceito de raça ou não...** Enfim, uma sugestão para trazer discussão (grifo meu).

Consideramos a sugestão bastante contundente para contextualizar a origem do conceito de raça na biologia e quais os efeitos dessa criação nas sociedades. Essa reflexão se torna mais importante ainda tratando-se do ensino de genética, devido às implicações na sociedade dos discursos e práticas da genética contemporânea sobre variabilidade genética humana, as quais abrem espaço para o debate sobre qual campo de conhecimento tem competência para falar sobre raça na atualidade (Sepulveda *et al.*, 2019), num contexto em que processos de desracialização e re-racialização acontecem simultaneamente (Kent; Wade, 2015). Deste modo, discussões bem-informadas a respeito da polissemia do conceito de raça e dos compromissos sociopolíticos da sua utilização são pré-requisitos para a elucidação das diversas intenções de projetos políticos, que pautados em diferentes conhecimentos científicos e visões de ciência, ora defendem a existência da raça, ora legitimam a sua não existência. Tal como é indicado pela avaliadora 17, é preciso cuidado, pois os estudantes podem não estar familiarizados com tal discernimento: “(...) destaco o cuidado para tratar o conceito de raça de forma cuidadosa, **pois pode gerar conflito de ideias**, para algo que pode

ser a primeira vez a ser tratada com eles” (grifo meu). Dessa forma, consideramos necessária uma abordagem mais diligente para a distinção entre os conceitos de raça biológica e raça social em um momento reservado da sequência didática para tanto.

Sobre o momento 6, discutimos as implicações de sua avaliação junto ao momento 4 porque ambos são os momentos da SD que mais demandam discussões a respeito do conceito de herança. Quanto ao momento 7, que se trata da resolução do caso 2, os comentários de forma geral sugerem a simplificação da linguagem do caso e houve uma recomendação bastante relevante para que o caso 1 apresentasse a mesma dinâmica e personagens dos casos 2 e 3, como apontado pelo avaliador 3:

Os casos 2 e 3 possuem uma dinâmica diferente do primeiro caso. **Com a adição de diálogo, me parece ser possível fazer com que os alunos leiam e interpretem os personagens.** Só uma ideia: **os três casos poderiam apresentar os mesmos personagens, cada um com seu ponto de vista específico** (seria interessante incluir um background para compreender de onde cada personagem fala). Alunos específicos interpretam esses personagens ao longo dos casos (*roleplay*). Isso poderia trazer mais envolvimento com os personagens e discursos. Principalmente para que os outros alunos possam debater posteriormente as falas. **Por fim, acredito que o texto dos casos poderia ter uma linguagem mais simplificada** (grifo meu).

Diante disso, concluímos que era mais coerente modificarmos os personagens do caso 1 para serem os mesmos dos casos 2 e 3, inserir diálogos e simplificar a linguagem. Outra questão apontada pela avaliadora 14 sobre o caso 1, foi a respeito do cuidado para evitar que se transmita uma ideia de fragilidade docente no ensino de biologia:

Quanto ao caso 1, como o médico disse que a hipertensão é hereditária, **sugiro colocar a professora trazendo a ideia de que tem outros fatores, além do hereditário, para passar uma visão positiva do ensino de biologia** (grifo meu).

Por esta razão, no caso 1, ao invés de trazer uma situação em que o personagem confronta uma nova informação com um conteúdo aprendido de forma defasada na escola, é ressaltado a importância do conteúdo que o personagem aprendeu com a professora na escola para pensar criticamente sobre um fato da sua realidade e questionar informações equivocadas.

A avaliadora 11 orientou para que na discussão do caso 2, houvesse uma preocupação para uma apresentação mais elucidativa sobre os conceitos de herança epigenética intergeracional e herança epigenética transgeracional “Apresentar clareza na discussão da Herança Epigenética, Intergeracional e Transgeracional”. A respeito desses conceitos, segundo Perez e Lehner (2019), os efeitos transgeracionais somente se referem a fenômenos

que não podem ser atribuídos a efeitos diretos de um estímulo ambiental num organismo afetado. Por exemplo, uma interferência ambiental pode afetar diretamente um embrião em desenvolvimento, dessa forma, apenas variações fenotípicas que se manifestem na geração após o gatilho ambiental podem ser consideradas verdadeiramente como herança transgeracional (Perez; Lehner, 2019). Ao avaliar esse detalhe, percebemos que ambos os conceitos estão envolvidos de forma implícita nos diálogos dos personagens do caso, que os mobilizam para diferentes posicionamentos. Dessa forma, percebemos que o caso 2 tem mais um potencial, em que os debates que vierem a surgir sobre as controvérsias envolvidas na história podem ser uma oportunidade para a discussão sobre a distinção entre os possíveis tipos de herança epigenética e o que existe de evidência científica para apoiar a existência deles em seres humanos.

Além disso, acatamos as sugestões para a inserção de outros objetivos de aprendizagem da SD ao momento pedagógico 7, visto que alguns deles são contemplados com a atividade, mas não são elencados como objetivos do momento específico. Assim como a recomendação para a adequação dos objetivos de aprendizagem e de suas relações com as dimensões dos conteúdos, como apresentamos no comentário da avaliadora 2:

Vejo que atende aos objetivos propostos, porém pontuo duas questões: 1) o objetivo A2 no meu entendimento é procedimental, já que evoca o procedimento de mobilização de conceito e identificação de elementos relacionados ao conceito. **Ele é um objetivo cognitivo. Mesmo que o objetivo tenha uma dimensão de análise sobre vulnerabilidade, tendo um elemento ético explícito, ele não é, por essa razão, atitudinal. Entendo que para ser atitudinal há a necessidade de aquele objetivo requerer posicionamento, engajamento ou algum outro estilo de atitude no processo de aprendizagem e/ou relacionados aos objetos de aprendizagem.** É importante ressaltar que todas as dimensões de conteúdos são interconectadas, e que essa diferenciação que buscamos é metodológica, que nos serve para fins didáticos. 2) Penso que o caso 2 mobiliza também objetivos conceituais. Ao menos os C3, C4 e C5, em meu entendimento (grifo meu).

Em relação ao momento 8, o ponto que os avaliadores chamaram atenção foi sobre se a discussão a respeito da eugenia, restrita àquele momento, teria o potencial de promover posicionamento e envolvimento em ações antirracistas e se os estudantes teriam autonomia suficiente para debater sobre o tema específico, visto que é uma discussão que necessita de um maior embasamento conceitual e que demandaria, no mínimo, a mediação da professora. Vemos esse aspecto, nos seguintes apontamentos dos avaliadores 12 e 18:

Não sei muito bem se a ação didática atende completamente ao propósito de ensino no que diz respeito ao envolvimento em ações antirracistas. **Me pareceu mais uma discussão teórica.** Sobre isso, como a SD é direcionada para o EM, **não sei se os**

alunos já estarão familiarizados com o termo e o movimento eugênico. Talvez fosse bom falar mais detidamente sobre o assunto (avaliadora 18) (grifo meu).

A professora vai acompanhar as discussões dos grupos dessa vez? (...) Eu não acho que somente discutir sobre o caso pode fazer a/o estudante “Se posicionar de forma crítica e ética quanto aos contextos mais indicados e valores assumidos para a aplicação dos conhecimentos da epigenética”. Para isso, **acho necessária uma intervenção da professora para dar orientações sobre quais seriam as posições críticas e éticas nesse caso** (avaliador 12) (grifo meu).

A ideia dos estudantes terem autonomia para resolver o caso 3 foi proposta de acordo com o que seria a fase de prática independente da estratégia de cinco fases de Conrado (2017) no trabalho com QSC. Concordamos que para que os estudantes pudessem discutir de forma segura sobre eugenia seria necessária uma preparação mais aprofundada, o que não é possível visto o pouco tempo disponível nas aulas de biologia e a quantidade de temas que a SD já exige para que seja desenvolvida. No entanto, abrir mão da discussão dessa dimensão ética da epigenética com implicações consideráveis, descaracterizaria em grande parte sua controvérsia e consequentemente prejudicaria o alcance dos objetivos que o ensino de ciências orientado por QSC almeja (Conrado; Nunes-Neto, 2018). Além de que, a avaliação crítica do papel da eugenia no imaginário social sobre raças e a influência de suas ideias, principalmente no tempo presente, é um dos propósitos da ERER (Verrangia; Silva, 2010), o que apostamos nesse estudo.

Por isso, as propostas até então para o segundo protótipo são de que os aspectos éticos da epigenética sejam contextualizados também em outros momentos da SD para não parecer uma discussão deslocada, e deixar de adotar na íntegra a estratégia de 5 fases de Conrado (2017) como organização didática-pedagógica da discussão dos casos da QSC. Uma das razões para essa decisão foi constatar que, embora os três casos trabalhados abordem o mesmo tema, cada caso dá ênfase a diferentes questões que o perpassam, portanto, não há um aprofundamento progressivo sobre um aspecto determinado da QSC ao longo da SD, tal como previsto no modelo de Conrado (2017) como sendo um requisito para que os estudantes desenvolvam autonomia suficiente para uma “prática independente”. Assim, é necessário que haja a mediação dos professores na discussão de todos os casos. Na discussão do caso 1, mantemos a característica de atribuir um papel central aos professores na resolução das questões orientadoras, para que sejam examinados os conhecimentos prévios dos estudantes, as habilidades e dificuldades, e para que eles possam se familiarizar com a dinâmica das aulas seguintes. Também destacamos a necessidade do fornecimento prévio de materiais didáticos que apoiem a discussão pelos estudantes, visto que essa foi também uma das principais preocupações apontadas pelos pares, como apresentado no comentário do avaliador 8:

penso que (...) deveria ficar mais claro na SD **quais seriam os embasamentos teóricos com os quais os estudantes poderiam se debruçar sobre as questões planejadas no caso 3**. Penso que seria interessante incluir na SD um corpo de textos, devidamente adaptados, sobre epigenética, a partir dos quais os estudantes pudessem responder às questões colocadas (grifo meu).

Existem diversos materiais disponíveis sobre epigenética³¹ que podem ser utilizados pelos professores e pelos estudantes do EM, porém destacamos que na grande maioria deles, a abordagem adotada pode ser insuficiente para a interpretação e reflexão crítica sobre relações étnico-raciais que estamos propondo. Por isso consideramos necessária a confecção de materiais específicos que possam ser explorados em momentos próprios da SD e que estejam articulados de forma apropriada às diretrizes da EREB (Brasil, 2004). Tendo isso em vista elaboramos três textos didáticos (disponíveis nos apêndices D, E e F), o primeiro sobre a trajetória do ativismo negro no campo da saúde pública, o segundo discute sobre como a epigenética pode contribuir para a compreensão da relação entre racismo, ambiente e herança de doenças, e o terceiro traz reflexões acerca das implicações éticas da utilização da epigenética na discussão de questões envolvendo raça e saúde. Como os três textos foram produzidos após o processo de validação, eles não tiveram uma avaliação e adequação conforme revisões e sugestões de especialistas, porém, tivemos contribuições no momento do exame de qualificação dessa dissertação que foram acatadas para sua melhoria, a exemplo de mudanças de termos da área da saúde que contribuem para a construção de um vocabulário antirracista, como por exemplo, utilizar ‘vulnerabilidade’ ao invés de ‘risco’ e peso de nascimento ‘esperado’ ao invés de ‘recomendado’.

A partir dos comentários dos momentos 8 e 9, consideramos que a ausência de procedimentos para estimular o envolvimento em ações sociopolíticas é uma fragilidade considerável da SD, pois, como indicado pelos avaliadores desde os comentários do primeiro momento, o desenvolvimento processual das ações sociopolíticas antirracistas pelos estudantes não foi integrado às atividades dos momentos pedagógicos, além de que, é importante destacar os desafios para o alcance desse propósito na atual conjuntura do ensino médio brasileiro. À vista disso, concluímos que a proposta dos próprios estudantes

³¹ Por exemplo, disponíveis em: <https://www.geneticaescola.com/revista/article/view/458/412>; https://brasil.elpais.com/brasil/2015/12/04/ciencia/1449230152_839672.html; <https://www.geneticaescola.com/revista/article/view/311/280>; <https://www.geneticaescola.com/revista/article/view/196/175>; <https://learn.genetics.utah.edu/content/epigenetics/inheritance>; <https://learn.genetics.utah.edu/content/epigenetics/memory>; <https://learn.genetics.utah.edu/content/epigenetics/intro/>;

delimitarem a ação e após a conclusão da SD deve ser descartada, em razão de que na realidade é pouco provável que essa atividade se efetue dessa forma. Porém, foram dadas sugestões de avaliadores que atuam como docentes sobre a possibilidade de os estudantes poderem começar a ser estimulados para se engajarem em ações a partir de reflexões e atividades trabalhadas dentro da sala de aula e que depois podem ser compartilhadas em outros espaços da própria escola, como é trazido nas seguintes sugestões da avaliadora 14: “Acho que o caso e as ações são indutoras de debate e posicionamento, mas não estimulam a ação sociopolítica. **Essa dimensão poderia ser incluída nas questões orientadoras do caso**” (grifo meu); e da avaliadora 6

Acredito que seja pertinente, nesse momento, estimular os estudantes a fazerem qualquer ação - **cartazes, visitação às salas, etc.** - que possa fazer com que as ideias apreendidas a partir dessa sequência acesse o corpo escolar de outras turmas e séries. Em geral, um material visual pode ser eficiente (grifo meu).

Isto posto, a decisão para o segundo protótipo quanto a esse elemento é de que a professora apresente exemplos de ações sociopolíticas antirracistas possíveis de serem realizadas na escola, como por exemplo, produção de cartazes, divulgação de conteúdo em redes sociais e confecção de panfletos, assim como orientações de como desenvolvê-las e implementá-las. Essas orientações devem ser dadas já no primeiro momento, para que a partir de então, os estudantes possam construí-las de forma processual ao longo da SD e com a orientação necessária. Consideramos também que as discussões dos casos da QSC podem ser mais bem aproveitadas pelos professores como uma oportunidade para explorar aspectos que podem servir de pauta para a atividade construída pelos estudantes e incentivá-los, para que a intervenção melhor se aproxime, dentro das possibilidades, do alcance do propósito educacional y4 de estimular o posicionamento e envolvimento em ações antirracistas por meio do uso de QSC.

Essas decisões levam a necessidade de reformulação da característica procedimental do quarto princípio de *design*, em que se acrescenta a seguinte recomendação: **(N₂)** Incentivar os estudantes à construção de ações sociopolíticas antirracistas por meio da exemplificação de modelos de ações que podem ser desenvolvidas no contexto da comunidade escolar, da supervisão e orientação da atividade no decorrer da sequência didática e da sugestão de temáticas para divulgação, de abordagens, de petições ou de denúncias para as ações, a partir da resolução dos casos da QSC e da reflexão crítica sobre os diferentes tópicos que são gerados a partir dela.

Alguns comentários gerais sugeriram a reflexão a respeito da extensão da SD que em alguns contextos da atual conjuntura educacional seria difícil aplicá-la integralmente ou poderia prejudicar o alcance dos objetivos, visto que os estudantes podem ter dificuldade de se manterem por muito tempo engajados com as atividades, como apontado pela avaliadora 6: “Ao somar os minutos, acredito que toda a sequência se efetue em 13 aulas, **o que considero um período longo para manter os estudantes envolvidos no processo**” (grifo meu); e também pelo avaliador 12: “Em que tempo escolar as/os estudantes vão desenvolver a ação antirracista? **Eu sempre fico preocupado de elas/es não se dedicarem por falta de tempo.** As/Os estudantes do Ensino Médio hoje em dia estão muito cheios de tarefas...” (grifo meu). Portanto, de acordo com essas considerações, o número de momentos pedagógicos da SD e a sua organização são questões que foram avaliadas na geração do segundo protótipo.

É importante trazermos também alguns comentários sobre a relevância e validade da intervenção: “A SD aborda um tema muito relevante na sociedade brasileira. A abordagem dos conceitos de genética e epigenética são essenciais para a compreensão da complexidade das doenças de herança multifatorial e sua aplicação na saúde pública” (avaliadora 11);

A sequência didática está muito bem montada com um encadeamento de temas e conteúdos bem estruturados. O conteúdo é diversificado e plural, sem se aprofundar indevidamente. (...) Os casos são ótimos e gostei, especificamente, dos diálogos dos casos 2 e 3. Acredito que a ideia possa abranger também o primeiro caso. (...) Por fim, é uma excelente contribuição para o incipiente campo do ensino em epigenética. E pesquisas como esta são essenciais para que esse campo tenha a devida abordagem ética e, dessa forma, evitar reproduzir os discursos opressores que permearam (e permeiam) a Genética (avaliador 3).

Inicialmente gostaria de parabenizar o mestrando e sua orientadora pela excelente proposta. São ações necessárias para a melhoria da sociedade como um todo. (...) Finalmente, considero que essa SD possa ser utilizada tanto por professores do ensino médio quanto pelos de ensino superior. Antevejo um potencial uso, inclusive, em programas de pós-graduação (...) diante de adaptações principalmente com relação ao tempo demandado (avaliadora 15).

Para concluir, como forma de sintetizar as decisões para o aperfeiçoamento dos produtos da pesquisa, foram reformulados os enunciados do propósito y3 e da característica procedimental N dos princípios de *design*, e as principais considerações incorporadas a SD foram: (1) delimitação de objetivos de ensino mais específicos derivados dos propósitos educacionais dos princípios de *design* para cada momento pedagógico e adequação dos objetivos de aprendizagem, a fim de melhor orientar o planejamento didático de professoras e professores que venham a implementar a SD em suas salas de aula; (2) reorganização das atividades, da estrutura e da extensão da SD, como a antecipação da introdução à epigenética

e da discussão sobre as dimensões da saúde, e a redução do número de momentos pedagógicos; (3) exemplificação de ações sociopolíticas exequíveis no contexto dos estudantes e que se ofereça condições para a sua construção de forma processual ao longo do desenvolvimento da SD; (4) abordagem equilibrada dos mecanismos epigenéticos a nível molecular, sem aprofundar-se nos processos das reações bioquímicas na célula, mas oferecendo alguns exemplos didáticos de como os marcadores epigenéticos atuam na relação entre ambiente, genótipo e fenótipo para se promover a aproximação de uma significação do conceito de herança biológica a partir de uma perspectiva pluralista; (5) reflexão mais cuidadosa para a diferença entre os significados biológico e sociológico de raças humanas e dos diferentes compromissos que fundamentam tais significados em uma parte da SD dedicada a esta finalidade; (6) deixar de considerar na íntegra a estratégia de 5 fases de Conrado (2017) na discussão e resolução das questões orientadoras da QSC, flexibilizando a mediação dos professores na resolução do caso 3; (7) simplificação da linguagem dos casos, adaptação para que os mesmos personagens estejam presentes nos 3 casos e redução do número de questões orientadoras para que os estudantes consigam debatê-lo no tempo das aulas de biologia. O segundo protótipo da SD, gerado a partir deste primeiro ciclo de prototipagem, se encontra disponível no apêndice C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de dissertação tem como objetivo o desenvolvimento e a validação de princípios de *design* de uma sequência didática baseada em uma questão sociocientífica envolvendo raça, saúde e epigenética, desenvolvida com o propósito de atender dois objetivos educacionais: (1) a superação do problema do determinismo genético, por meio do ensino do conceito de herança biológica a partir de uma perspectiva pluralista; e (2) a promoção de uma educação antirracista, por meio da educação das relações étnico-raciais e da educação em saúde. Essa investigação é orientada pelas diretrizes da modalidade de pesquisa da *Design* Educacional, que busca propor soluções práticas para problemas educacionais reais e cujos pressupostos teórico-metodológicos foram apresentados no primeiro capítulo, bem como o delineamento da pesquisa.

Levando em consideração as orientações da modalidade de pesquisa, houve o empenho em responder a seguinte pergunta: “Quais características uma sequência didática (SD), baseada em uma questão sociocientífica (QSC) envolvendo raça, saúde e epigenética, deve ter para promover uma educação antirracista e a compreensão do conceito de herança biológica a partir de uma perspectiva pluralista no contexto do ensino médio de biologia?”

Por meio da revisão de literatura realizada na fase de pesquisa preliminar dividida entre os capítulos dois e três, buscamos articular elementos presentes nas controvérsias em torno da relação entre saúde e raça presentes na ciência e na sociedade com a Educação Científica, de modo a elucidar o potencial pedagógico da temática para se promover os propósitos educacionais empreendidos. Esta pesquisa bibliográfica inicial serve como fundamento teórico da pesquisa e como orientação para o desenvolvimento dos seus produtos, além de que, pode servir de referência para demais professores, pesquisadores e demais pessoas interessadas no assunto.

No segundo capítulo, foram abordados os diferentes discursos e práticas da ciência e da sociedade mais ampla envolvidos na significação e na utilização da ideia de raça no contexto da saúde, a fim de discutir a importância de se explicitar a polissemia do seu conceito e os diferentes compromissos analíticos, éticos e sociopolíticos da sua utilização na saúde para a melhor compreensão e posicionamento frente às controvérsias geradas a partir da relação entre saúde e raça. Entre as discussões tratadas no capítulo, se destacam: a da necessidade da superação do genocentrismo na análise de fenômenos biológicos relacionados com a saúde, dado o *status* atual dos conhecimentos da própria biologia, em que neste trabalho, em especial, dialogamos com o campo da epigenética, por ser considerada uma

abordagem promissora para o rompimento com a dicotomia entre natureza e cultura (Araújo, 2017); da consideração da interação recíproca existente entre o social e o biológico na influência da opressão do racismo nos processos de manutenção do bem-estar biológico de pessoas racializadas para tornar mais inteligível as nuances entre saúde e raça; e da adesão ao compromisso antirracista de reconhecimento e defesa da raça como um constructo social e recurso político fundamental para superação das iniquidades sociais e em saúde geradas pelo racismo.

Como síntese das discussões realizadas, foi estruturado um quadro que organiza a polissemia do conceito de raça e os diferentes compromissos analíticos e ético-políticos de sua utilização, levando em consideração a ideia de que as confusões quanto ao uso de raça na saúde podem ser solucionadas quando se é preciso quanto ao significado de raça com o qual se está operando, a partir de que abordagem de saúde e para quais propósitos. A sistematização realizada serve de importante contribuição para o campo das ciência da saúde e da saúde pública, domínios os quais não se tem muita clareza quanto a heterogeneidade do significado de raça (Ludwig, 2020; Msimang, 2021), e também para a área do Ensino de Biologia, servindo de uma ferramenta para o planejamento pedagógico e para pesquisas educacionais que visem oferecer condições para o alcance dos objetivos da educação das relações étnico-raciais de forma articulada ao alcance de uma perspectiva ampla, política e ética da saúde.

No terceiro capítulo, se investigou teoricamente a proficuidade do tema para fins educacionais, considerando-o como uma QSC, que enquanto estratégia didática, viabiliza a inserção das questões relativas às controvérsias apresentadas no capítulo dois no Ensino de Biologia. Foram discutidas as relações CTSA envolvidas no tema e as contribuições que a problematização dessas relações oferece para um Ensino de Ciências que se pretenda crítico, político, humanístico e antirracista. Levando em consideração um dos dois grandes objetivos da pesquisa, que é o ensino do conceito de herança biológica, se discutiu também as contribuições do tema para o desafio de superação do determinismo genético no ensino de genética, em que defendemos a consideração da epigenética e de sua relação com os fatores socioambientais nos currículos de biologia. A consideração da epigenética torna-se relevante dado as suas diversas implicações na tecnologia e sociedade contemporâneas, por isso é fundamental na formação de cidadãos críticos e preparados para se posicionarem e agirem frente às controvérsias sociocientíficas da atualidade. Além disso, permite uma abordagem mais contextualizada e a melhor compreensão dos conteúdos da própria genética do currículo

básico (Gericke; Ewen, 2023), fornecendo elementos para a aproximação de uma perspectiva pluralista de significar o conceito de herança biológica (Althoff, 2020).

Em seguida no mesmo capítulo, já com destaque para o outro propósito da investigação, que se trata da viabilização de uma educação antirracista no Ensino de Biologia, exploramos o potencial do tema para o alcance dos objetivos da educação das relações étnico-raciais com base nas suas diretrizes (Brasil, 2004). Entre esses objetivos se destacam a desconstrução de estereótipos racistas sobre populações não brancas, discussão da polissemia do conceito de raça, e a visibilização e valorização dos saberes e das conquistas das lutas antirracistas (Santos; Sepúlveda, 2024). Além disso, argumentamos sobre a possibilidade da concepção de uma educação em saúde antirracista, ao considerar que o fato social do racismo não pode ser desconsiderado em uma abordagem crítica das dimensões biopsicossocial, ambiental e política da saúde. Por conseguinte, localizar essas dimensões nos contextos e experiências sociais cotidianas que muitos estudantes estão inseridos permite contextualizar e dar significado a tais discussões e empoderá-los para que se tornem agentes de saúde nas comunidades em que vivem.

O trabalho pedagógico com a QSC que elaboramos possui potencial de desconstruir pressupostos racistas que inferiorizam e estigmatizam a população negra e contribuir com a construção de novos saberes que conduzam a novas maneiras de pensar, se posicionar e agir (Verrangia, 2022). Concluímos que a síntese resultante da articulação entre a abordagem de QSC, o ensino de genética, a educação das relações étnico-raciais e a educação em saúde se apresenta como uma abordagem inovadora e promissora para os currículos de biologia, e com isso, esperamos contribuir com fundamentos teóricos e reflexões para professores e professoras que desejam viabilizar uma educação antirracista na suas salas de aula de biologia por meio da discussão sobre raça e saúde.

Com base na fundamentação teórica e no diálogo com os saberes da prática docente, foram sistematizados os princípios de *design* apresentados no quarto capítulo, os quais as suas características substantivas dizem respeito a: **(A)** abordagem da herança que inclua a epigenética e sua relação com fatores socioambientais; **(B)** uso da abordagem socioecológica da saúde centrada na raça; **(C)** abordagem crítica da polissemia do conceito de raça na interpretação das iniquidades raciais na saúde; e **(D)** o uso de QSC como ferramenta didática para abordar a utilização da epigenética na explicação das iniquidades raciais na saúde. Os princípios de *design* subsidiaram o desenho colaborativo do primeiro protótipo da SD, dando início ao primeiro ciclo de investigação da fase de prototipagem. É necessário ressaltar a importância da colaboração neste tipo de pesquisa, em que os saberes experienciais daqueles

que atuam no contexto educacional são imprescindíveis para a proposição de soluções para problemas reais junto aos saberes teóricos (Sepulveda *et al.*, 2016). Nesse sentido, a participação da professora colaboradora foi imprescindível na fase preliminar, em que houve o diálogo com os seus saberes experienciais sobre os desafios de sala de aula, na concepção do primeiro protótipo da sequência didática e nas decisões para o segundo protótipo, acordadas após a análise dos resultados da validação realizada pelo pesquisador.

Ainda no quarto capítulo, apresentamos o percurso para a construção colaborativa da sequência didática, seus objetivos e a sua organização, e em seguida discutimos sobre seu processo de validação qualitativa por professores e pesquisadores do Ensino de Ciências. Destacamos a relevância desse estágio da pesquisa para garantir que o produto educacional apresente as características necessárias para o alcance dos propósitos desejados com a sua utilização. De acordo com os resultados da validação, concluímos que a SD apresenta potencial em atender as expectativas educacionais estabelecidas na pesquisa, assim como os princípios de *design* apresentam consistência considerável. Considerando que a validação de instrumentos de pesquisa e ensino nas pesquisas educacionais consistem preponderantemente na análise minuciosa dos comentários e sugestões dos profissionais que os validaram (Paiva, 2019), dialogamos com as sugestões dos avaliadores para o refinamento da proposta, o que orientou a retirada, inclusão ou melhoramento de elementos da SD, bem como o reconhecimento de algumas de suas limitações.

Com isso, os resultados do primeiro ciclo de investigações fornecem alguns *insights* sobre estratégias mais eficazes para construir e implementar a proposta educativa no contexto do ensino médio. Entre as lições decorrentes desse estágio da pesquisa, se destacam aquelas relativas à reflexão quanto ao processo de recontextualização didática de conteúdos acadêmicos de epigenética para o contexto dos conteúdos escolares do ensino médio de biologia, de como selecioná-los e utilizá-los a favor do ensino do conceito de herança menos determinista genético e de modo articulado aos propósitos de uma educação em saúde antirracista. Ainda, questões relacionadas à adequação das estratégias metodológicas frente aos desafios dos contextos educacionais reais para a discussão proveitosa dos diferentes casos da QSC construída nesta pesquisa e para estimular os estudantes a desenvolverem ações sociopolíticas antirracistas.

A pesquisa de *Design* Educacional realizada buscou contribuir para o campo do Ensino e Ciências tanto com conhecimentos teóricos, quanto com recursos utilizáveis nas práticas didático-pedagógicas, oferecendo elementos que atestam que o Ensino de Biologia é uma oportunidade legítima para a educação antirracista, da forma que os produtos desta

investigação são: (1) a síntese integrativa apresentada no quadro conceitual; (2) os princípios de *design*; e (3) a intervenção educacional, neste caso, uma sequência didática baseada em uma QSC com casos para discussão e materiais didáticos de apoio que podem ser explorados por outros professores e professoras e adaptados de acordo com os variados contextos do ensino médio de biologia. Dessa maneira, os resultados dessa investigação cumprem com o compromisso assumido diante das recomendações de que a pesquisa em Ensino de Biologia se dedique na produção de materiais e orientações de qualidade que viabilizem a problematização, enfrentamento e denúncia do racismo e o anúncio de uma sociedade mais justa.

Considerando os pressupostos teórico-metodológicos da *Design* Educacional, destacamos que, quanto ao estado atual dos princípios de *design*, os mesmos podem ser considerados como prévias de novos conhecimentos, embora ainda não possam se constituir em generalizações teóricas, o que demanda investigações empíricas com dados de aplicação em sala de aula, a fim de validar de forma mais consistente a relevância heurística deles. Por isso, ressaltamos que esta pesquisa de mestrado envolve apenas um ciclo de investigação por meio de uma validação prévia por pares, fundamental para garantir que a pesquisa prossiga com o rigor científico necessário nos contextos educacionais reais. Nesse sentido, os ciclos da fase de prototipagem devem seguir em continuidade, pois há a necessidade de que a aplicação da proposta educativa seja investigada em diversos contextos cada vez mais abrangentes à medida que os princípios sejam refinados, para que, por fim, se alcance a fase de avaliação semissomativa. Como perspectivas futuras, pretendemos, com a implementação do segundo protótipo da SD em turmas do ensino médio, gerar dados para proceder com outra avaliação formativa da proposta educativa, a partir da qual, novas diretrizes para a geração de um terceiro protótipo devem ser estabelecidas, perseguindo o objetivo inerente às pesquisas de *Design* Educacional de aprimoramento constante.

REFERÊNCIAS

AIVELO, Tuomas; UITTO, Anna. Genetic determinism in the Finnish upper secondary school biology textbooks. *NorDiNa*, v. 11, n. 2, p. 139-162, 2015.

doi.org/10.5617/nordina.2042

AKOTIRENE, Carla. **“É fragrante fojado dôtör vossa excelência”**: Audiências de custódia, africanidades e encarceramento em massa no Brasil. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2023.

AKOTIRENE, Carla. **Interseccionalidade**. São Paulo: Jandaíra, 2019.

AKOTIRENE, Carla. **Ó pa í, prezada**: racismo e sexismo institucionais tomando bonde nas penitenciárias femininas. São Paulo: Jandaíra, 2021.

ALMEIDA, Mariangela Cerqueira. **Colaboração entre pesquisadores e professores no ensino de ciências e biologia**: um estudo da organização e desenvolvimento da prática social do grupo Coppec. 2014. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2014. Disponível em:

https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/mariangela_cerqueira_almeida_colaboracao_entre_pesquisadores_e_professores_de_ensino_de_ciencias_e_biologia_um_estudo_da_organizacao_e_desenvolvimento_da_pratica_social_do_grupo_coppe.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.

ALMEIDA, Silvio. **Racismo Estrutural**. São Paulo: Jandaíra, 2019.

ALTHOFF, Bruno Barros. **Herança Epigenética da Obesidade**: promovendo um letramento científico crítico através de uma questão sociocientífica. 2020. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/33129/1/Tese_Bruno%20Althoff_final.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.

ANDRADE, Francisco Leal de. **Determinismo biológico e questões de gênero no contexto do ensino de biologia**: representações e práticas de docentes do ensino médio. 2011. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2011. Disponível em:

https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/francisco_leal_de_andrade_-_mestrado_-_determinismo_biologico_e_questoes_de_genero_no.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.

ANDRADE, Maria Aparecida; *et al.* Agrotóxicos como questão sociocientífica na educação CTSA. *Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.*, v. 33, n. 1, p. 171-191, 2016.

ARAÚJO, Edna Maria de; *et al.* Morbimortalidade pela Covid-19 segundo raça/cor/etnia: a experiência do Brasil e dos Estados Unidos. *Saúde debate*, v. 44, n. 4, p. 191-205, 2020. <https://doi.org/10.1590/0103-11042020E412>

ARAÚJO, Leonardo Augusto Luvison. A relação natureza e criação na era pós-genômica: abrindo possibilidades entre a educação e o conhecimento biológico. *In*: VII Seminário Brasileiro de Estudos Culturais e Educação. **Anais**, 2017.

ARAÚJO, Marcos Vinicius Ribeiro de; TEIXEIRA, Carmen Fontes de Souza. Concepções de saúde e atuação do Movimento Negro no Brasil em torno de uma política de saúde. **Saúde e Sociedade**, v. 31, n. 4, p. 1-14, 2022. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902022220246pt>

ARIF, Mohammed; *et al.* Epigenetic modification: a regulatory mechanism in essential hypertension. **Hypertension Research**, v. 42, p. 1099-1113, 2019. doi.org/10.3390/ijms17040451

ASSAD, Maria Luiza Ghizi. **Situando a biologia**: de biologias locais à epigenética. 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.bdt.uerj.br:8443/bitstream/1/4354/4/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Maria%20Luiza%20Ghizi%20Assad%20-%202016%20-%20Completa.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2024.

AZEVEDO, Edynara Cristiane de Castro; *et al.* Padrão alimentar e risco para doenças crônicas não transmissíveis e sua associação com a gordura corporal - uma revisão sistemática. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 5, p. 1447-1458, 2014. <https://doi.org/10.1590/1413-81232014195.14572013>

BAKULSKI, Kelly M.; FALLIN, M. Daniele. Epigenetic epidemiology: promises for public health research. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 55, n. 3, p. 171-183, 2014. doi.org/10.1002/em.21850

BAPTISTA, Geilsa Costa Santos. Do cientificismo ao diálogo intercultural na formação do professor e ensino de ciências. **Revista Interacções**, v. 10, n. 31, p. 28-52, 2014. <https://doi.org/10.25755/int.6369>

BARATA, Rita Barradas. Epidemiologia Social. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 8, n. 1, p. 7-17, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2005000100002>

BARBOSA, Jonei Cerqueira; OLIVEIRA, Andreia Maria Pereira de. Por que a Pesquisa de Desenvolvimento na Educação Matemática? **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 8, número temático, p. 526-546, 2015.

BATISTA, Irinéa de Lourdes; SALVI, Rosana Figueiredo; LUCAS, Lucken Bueno. Modelos científicos e suas relações com a epistemologia da ciência e a educação científica. *In*: VIII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais**, 2011. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1554-2.pdf Acesso em: 12 nov. 2024.

BENTO, Cida. **O pacto da branquitude**. São Paulo: Companhia das Letras, 2022.

BERNARDINO, Joaze. Ação Afirmativa e a Rediscussão do Mito da Democracia Racial no Brasil. **Estudos Afro-Asiáticos**, v. 24, n. 2, p. 247-273, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0101-546X2002000200002>.

BERTOLOZZI, Maria Rita; *et al.* Os conceitos de vulnerabilidade e adesão na saúde coletiva. **Revista Escola de Enfermagem da USP**, v. 43, n. 2, p. 1326-1330, 2009.
<https://doi.org/10.1590/S0080-62342009000600031>

BEZERRA, Ricardo José Lima. A prática educativa a partir dos seus saberes: Refletindo sobre os saberes curriculares e saberes experienciais docentes a partir de Tardif, seus colaboradores e seus comentadores. **Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica**, v. 3, n. 1, p. 103-120, 2017.

BORGES, Cecília; TARDIF, Maurice. Apresentação - Dossiê: Os saberes dos docentes e sua formação. **Educação & Sociedade**, v. 22, n. 74, p. 11-26, 2001.
<https://doi.org/10.1590/S0101-73302001000100002>.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana**. Brasília, 2004. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/res012004.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Executiva. Secretaria de Educação Básica. Conselho Nacional de Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília: MEC, SED, CNE, 2017. Disponível em:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 11 nov. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. **8ª Conferência Nacional de Saúde**: relatório final. Brasília: Ministério da Saúde, 1986. Disponível:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/8_conferencia_nacional_saude_relatorio_final.pdf. Acesso em: 19 set. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Boletim Epidemiológico: Saúde da População Negra**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2023a, vol. 1. Disponível:
<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2023/boletim-epidemiologico-saude-da-populacao-negra-numero-especial-vol-1-out.2023>. Acesso em: 15 de jan. 2025.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente **Boletim Epidemiológico: Saúde da População Negra**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2023b, vol. 2. Disponível:
<https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2023/boletim-epidemiologico-saude-da-populacao-negra-numero-especial-vol-2-out.2023>. Acesso em: 15 de jan. 2025.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa/ Departamento de Apoio à Gestão Participativa e ao Controle Social. **Política Nacional de Saúde Integral da População Negra: uma política do SUS**. 3 ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2017. Disponível:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_saude_populacao_negra_3d.pdf. Acesso em: 12 de mar. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa/ Departamento de Articulação Interfederativa. **Painel de Indicadores do SUS nº 10: Temático Saúde da População Negra**. vol. VII. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2016. Disponível:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/tematico_saude_populacao_negra_v.7.pdf.

Acesso em 15 de ja. 2025.

BONDURIANSKY, R. Rethinking heredity, again. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 27, n. 6, p. 330-336, 2012. doi.org/10.1016/j.tree.2012.02.003

CARMO, Thaiara Neves Bispo Vitorio do; *et al.* Fatores associados a doenças crônicas não transmissíveis autorrelatadas em quilombolas do semiárido baiano. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 45, n. 21, p. 54-75, 2021. doi.org/10.22278/2318-2660.2021.v45.n1.a3472

CARNEIRO, Sueli. **Dispositivo de racialidade**: a construção do outro como não ser como fundamento do ser. Rio de Janeiro: Zahar, 2023.

CARVALHO, Ítalo Nascimento; NUNES-NETO, Nei Freitas; EL-HANI, Charbel N. Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio?. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, p. 67-100, 2011. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/recm/article/view/1588/774>. Acesso em 18 nov. 2024.

CARVALHO-NETO, Marcus Bentes de; *et al.* O projeto genoma humano e os perigos do determinismo reducionista biológico na explicação do comportamento: uma análise behaviorista radical. **Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva**, v. 5, n. 1, p. 41-56, 2003.

CARVER, Rebecca Bruu; *et al.* Young Adults' Belief in Genetic Determinism, and Knowledge and Attitudes towards Modern Genetics and Genomics: The PUGGS Questionnaire. **PloS ONE**, v. 12, n. 1, p. 1-24, 2017. doi.org/10.1371/journal.pone.0169808

CATALÁN, Valentín Gavidia. La transversalidad y la escuela promotora de salud. **Rev. Esp. Salud Pública**, v. 75, n. 6, p. 505-516, 2001.

CAVALCANTI, Juliana Manzoni; MAIO, Marcos Chor. Entre negros e miscigenados: a anemia e o traço falciforme no Brasil nas décadas de 1930 e 1940. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v. 18, n. 2, p. 377-406, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702011000200007>

CHALHOUB, Sidney. **Cidade Febril**: cortiços e epidemias na corte imperial. 2 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.

CHEHUEN-NETO, José Antônio; *et al.* Política Nacional de Saúde Integral da População Negra: implementação, conhecimento e aspectos socioeconômicos sob a perspectiva desse segmento social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 6, p. 1909-1916, 2015. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015206.17212014>

CHIAPPERINO, Luca; PANENI, Francesco. Why epigenetics is (not) a biosocial science and why that matters. **Clinical Epigenetics**, v. 14, n. 144, p. 2-6, 2022. <https://doi.org/10.1186/s13148-022-01366-9>

CHOR, Dóra; LIMA, Claudia Risso de Araújo. Aspectos epidemiológicos das desigualdades raciais em saúde no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 5, p. 1586-1594, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000500033>

CONRADO, Dalia Melissa; *et al.* Educar a partir de diferentes modelos de saúde: discutindo bactérias no ensino de ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 11, n. 1, p. 202-218, 2021. doi.org/10.31512/encitec.v11i1.108

CONRADO, Dalia Melissa; NUNES-NETO, Nei. Ensinando Ética. **Educação em Revista**, v. 37, e.24578, p. 1-28, 2021. <https://doi.org/10.1590/0102-469824578>

CONRADO, Dalia Melissa; NUNES-NETO, Nei. Questões Sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. *In*: CONRADO, Dalia Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Orgs.). **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 77-118.

CONRADO, Dalia Melissa. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/24732/1/Tese-DaliaMelissaConrado-2017-QSC-CTSA-Final.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2024.

COSTA, Ana Maria; SOUTO, Lucia.; RIZZOTTO, Maria Lucia Frizon. Saúde é democracia: ontem, hoje e sempre. **Saúde Debate**, v. 41, n. 115, p. 991-994, 2017. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201711500>

COUTINHO, Clara Pereira; BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. **Utilização da técnica do Brainstorming na introdução de um modelo de E/B-Learning numa escola Profissional Portuguesa: a perspectiva de professores e alunos**. Braga: Editora do Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 2007. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7351/1/Discurso.metodologia%20e%20tecnologia.pdf.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2024.

DAMASCO, Mariana Santos; MAIO, Marcos Chor; MONTEIRO, Simone. Feminismo negro: raça, identidade e saúde reprodutiva no Brasil (1975-1993). **Estudos Feministas**, v. 20, n. 1, p. 133-151, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0104-026X2012000100008>.

DANCHIN, Étienne; et al. Beyond DNA: integrating inclusive inheritance into an extended theory of evolution. **Nature Reviews Genetics**, v. 12, p. 475-486, 2011. doi.org/10.1038/nrg3028

DAR-NIMROD, Ilan; HEINE, Steven J. Genetic essentialism: on the deceptive determinism of DNA. **Psychol Bull**, v. 137, n. 5, p. 1-33, 2011. doi.org/10.1037/a0021860

DEANS, C.; MAGGERT, K. A. What do you mean, “epigenetic”? **Genetics**, v. 199, n. 4, p. 887-896, 2015. doi.org/10.1534/genetics.114.173492

DIAS, Thiago Leandro da Silva; SÁNCHEZ-ARTEAGA, Juan Manuel. História das ciências e relações étnico-raciais no ensino de evolução humana. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 15, n. 2, p. 418-436. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v15i2.799>

DIAS, Thiago Leandro da Silva. **Ensino de evolução humana, questões sociocientíficas e educação antirracista: investigando princípios e protótipos educacionais**. 2022a. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2022a. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/36469/1/Tese%20-%20Thiago%20Leandro%20da%20Silva%20Dias%20%282022%29%20-%20RI_UFBA.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.

DIAS, Thiago Leandro da Silva. Veredas para uma educação antirracista a partir da exposição itinerante ciência, raça e literatura. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 15, n. nesp2, p. 634-655, 2022b. doi.org/10.46667/renbio.v15inesp2.722

DINIZ, Priscilla Guimarães Zanella; *et al.* Ensino de genética na educação básica: uma revisão sistemática sobre o tema. **Revista Ponto de Vista**, v. 12, n. 3, p. 1-21, 2023. <https://doi.org/10.47328/rpv.v12i3.17143>.

DOLINOY, Dana C.; *et al.* Maternal Genistein Alters Coat Color and Protects A^y Mouse Offspring from Obesity by Modifying the Fetal Epigenome. **Environmental Health Perspectives**, v. 114, n. 4, p. 567-572, 2006. <https://doi.org/10.1289/ehp.8700>

DOMINGUES, Petrônio. Movimento negro brasileiro: alguns apontamentos históricos. **Tempo**, v. 12, n. 23, p. 100-122, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-77042007000200007>.

DRESSLER, William W; OTHS, Kathryn S.; GRAVLEE, Clarence C. Race and Ethnicity in Public Health Research: Models to Explain Health Disparities. **Annual Review Antropology**, v. 34, n. 1, p. 231-252, 2005. doi.org/10.1146/annurev.anthro.34.081804.120505

EVANGELISTA, Neima Alice M.; SANTOS, Vanessa C.; EL-HANI, Charbel. O conceito de gene em livros didáticos de Biologia Celular e Molecular do ensino superior. *In*: XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais**, 2017.

FARIAS, Yaci Maria Marcondes. **Educação antiopressiva no ensino de evolução: uma sequência didática baseada em Clémence Royer**. 2023. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/38377/1/YACI_FARIAS_TESE.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.

FARO, André; PEREIRA, Marcos Emanuel. Raça, racismo e saúde: a desigualdade social da distribuição do estresse. **Estudos de Psicologia**, v. 16, n. 3, p. 271-278, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2011000300009>.

FERNANDES, Florestan. **A integração do negro na sociedade de classes**. 5 ed. São Paulo: Globo, 2008.

FERNANDES, Kelly Menses. Biologia, educação das relações étnico-raciais e inversão epistemológica. **Revista Artes de Educar**, v. 1, n. 2, p. 311-323, 2015. <https://doi.org/10.12957/riae.2015.16194>.

FERREIRA, Junara Nascentes. **Promoção da igualdade racial em saúde: a constituição de uma política de saúde para a população negra**. 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Sociologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

FERREIRA, Ricardo Bruno Santos; CAMARGO, Climene Laura de. Vulnerabilidade da população negra brasileira frente à evolução da pandemia por COVID-19. **Revista Cuidarte**, v. 12, n. 2, p. 1-12, 2021.

FRAGA, Mario F. *et al.* Epigenetic differences arise during the lifetime of monozygotic twins. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 30, p. 10604-10609, 2005. doi.org/10.1073/pnas.050039810

FRANCIS, Richard. **Epigenética**: como a ciência está revolucionando o que sabemos sobre hereditariedade. Tradução: Ivan Weisz Kuck. Rio de Janeiro: Zahar, 2015.

FRANZOLIN, Fernanda; *et al.* Complexidade genética e a expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana: transposição didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 1, p. 239-261, 2020. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p239>

FREIRE, Paulo. Denúncia, Anúncio, Profecia, Utopia e Sonho. In: PINTO, Almir Pazzianotto (Org.). **O livro da Profecia**: o Brasil no Terceiro Milênio. Brasília: Coleção Senado, 1997.

FRY, Peter H. O significado da anemia falciforme no contexto da política racial do governo brasileiro: 1995-2004. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v. 12, n. 2, p. 347-370, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000200007>.

GERICKE, Niklas; *et al.* Exploring relationships among belief in genetic determinism, genetics knowledge, and social factors. **Science & Education**, v. 26, n. 10, p. 1223-1259, 2017. doi.org/10.1007/s11191-017-9950-y

GERICKE, Niklas; EWEN, Brigitta Mc. Defining epigenetic literacy: How to integrate epigenetics into the biology curriculum. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 60, n. 10, p. 2216-2254, 2023. doi.org/10.1002/tea.21856

GERICKE, Niklas. How Can Epigenetics be Used to Integrate Nature and Nurture in Genetics Education? In: HASKEL-ITTA, Michael; YARDEN, Anat (Orgs.). **Genetics Education: Current Challenges and Possible Solutions**. Rehovot: Springer, 2021. p. 17-34.

GOLDBACH, Tânia; EL-HANI, Charbel. Entre Receitas, Programas e Códigos: Metáforas e Idéias Sobre Genes na Divulgação Científica e no Contexto Escolar. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 153-189, 2008.

GOMES, Nilma Lino. A força educativa e emancipatória do movimento negro em tempos de fragilidade democrática. **Revista Teias**, v. 21, n. 62, p. 360-371, 2020a.

GOMES, Nilma Lino. A questão racial e o novo coronavírus no Brasil. **Trabalho e Justiça Social**. São Paulo: Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) Brasil, v. 1, p. 2-11, 2020b. Disponível em: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/brasilien/16315.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024.

GOMES, Nilma Lino. Educação das relações étnico-raciais: refletindo sobre algumas estratégias de atuação. In: MUNANGA, Kabengele (Org.). **Superando o racismo na escola**. 2 ed. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, 2005. p. 143-154.

GOMES, Nilma Lino. Movimento negro e educação: ressignificando e politizando a raça. **Educ. Soc.**, v. 33, n. 120, p. 727-744, 2012.

GOMES, Nilma Lino. **O movimento negro educador**: Saberes construídos na luta por emancipação. Petrópolis: vozes, 2017.

GONÇALVES, Luiz Alberto Oliveira; SILVA, Petronilha Beatriz Gonçalves e. Movimento negro e educação. **Revista Brasileira de Educação**, n. 15, p. 134-158, 2000.

GONZALES, Lélia. **Por um feminismo afro-ladino americano**: ensaios, intervenções e diálogos. Rio de Janeiro: Zahar, 2020.

GOULD, S.; VRBA, E. S. Exaptation – a missing term in the science of form. **Paleobiology**, v. 8, p. 4-15, 1982.

GRAVLEE, Clarence C. How race becomes biology: embodiment of social inequality. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 139, p. 47-57, 2009.
doi.org/10.1002/ajpa.20983

GROSSNIKLAUS, Ueli; *et al.* Transgenerational epigenetic inheritance: how important is it?. **Nature Reviews Genetics**, v. 14, p. 228-235, 2013. doi.org/10.1038/nrg3435

GUEVARA, Elaine; *et al.* Getting it right: Teaching undergraduate biology to undermine racial essentialism. **Biology Methods & Protocols**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2023.
<https://doi.org/10.1093/biomethods/bpad032>.

HALES, C. Nicholas; BARKER, David J. P. The thrifty phenotype hypothesis. **British Medical Bulletin**, v. 60, p. 5-20, 2001. doi.org/10.1093/bmb/60.1.5

HALL, Stuart. **Da diáspora**: identidades e mediações culturais. Tradução: Adelaíne La Guardia Resende. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2003.

HEGELE, Robert A. Environmental modulation of atherosclerosis end points in familial hypercholesterolemia. **Elsevier**, v. 2, n. 3, p. 5-7, 2002.
[https://doi.org/10.1016/S1567-5688\(01\)00013-7](https://doi.org/10.1016/S1567-5688(01)00013-7)

HODSON, Derek. 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. <http://dx.doi.org/10.1080/14926156.2013.845327>

HODSON, Derek. **Looking to the Future**: Building a Curriculum for Social Activism. Sense Publishers, 2011.

HODSON, Derek. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: CONRADO, Dalia Melissa; NUNES-NETO, Nei. (Org.). **Questões Sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 27-57, 2018.

HODSON, Derek. Science Education as a Call to Action. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**. v. 10, n.3, p.197-206, 2010.
<https://doi.org/10.1080/14926156.2010.504478>

HOGARTH, Rana Asali. The myth of innate racial differences between white and black people's bodies: lessons from the 1793 yellow fever epidemic in Philadelphia, Pennsylvania. **American Journal of Public Health**, v. 109, n. 10, p. 1339-1341, 2019.
doi.org/10.2105/AJPH.2019.305245

HOLLIDAY, Robin. Epigenetics: A Historical Overview. **Epigenetics**, v. 1, n. 2, p. 76-80, 2006. doi.org/10.4161/epi.1.2.2762

JABLONKA, Eva. Epigenetic epidemiology. **International Journal of Epidemiology**, v. 33, n. 5, p. 929-935, 2004. doi.org/10.1093/ije/dyh231

JABLONKA, Eva.; LAMB, Marion J. **Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida**. Tradução: Cláudio Ângelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

JABLONKA, Eva.; RAZ, Gal. 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. doi.org/10.1086/598822

JOAQUIM, Leyla Mariane; EL-HANI, Charbel Niño. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. **Scientiae Studia**, v. 8, n. 1, p. 93-128, 2010.

<https://doi.org/10.1590/S1678-31662010000100005>

JUNGES, Alexandre Luiz; ESPINOSA, Tobias. Ensino de ciências e os desafios do século XXI: entre a crítica e a confiança na ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1577-1597, 2020. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1577>

KELLER, Evelyn Fox. The century beyond the gene. **J. Biosci**, v. 30, n. 1, p. 3-10, 2005.

KENT, Michael; WADE, Peter. Genetics against race: Science, politics and affirmative action in Brazil. **Social Studies of Science**, 45 (6), p. 816-838, 2015.

doi.org/10.1177/0306312715610217

KING, Dillon E; *et al.* The use of race terms in epigenetic research: considerations moving forward. **Frontiers in Genetics**, v. 15, p. 1-7, 2024. doi.org/10.3389/fgene.2024.1348855

KRIEGER, Nancy. A glossary for social epidemiology. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v. 55, n. 693-700, 2001. doi.org/10.1136/jech.55.10.693

KUZAWA, Christopher W.; SWEET, Elizabeth. Epigenetics and the embodiment of race: developmental origins of US racial disparities in cardiovascular health. **American Journal of Human Biology, The Official Journal of the Human Biology Association**, v. 21, n. 1, p. 2-15, 2009. doi.org/10.1002/ajhb.20822

LACEY, Hugh; MARICONDA, Pablo Rubén. O modelo das interações entre as atividades científicas e os valores. **Sci. Stud.**, v. 12, n. 4, p. 643-668, 2014.

<https://doi.org/10.1590/S1678-31662014000500002>

LACERDA, Roberto dos Santos; *et al.* Fatores que interferem nas disparidades raciais em saúde: impacto do trauma histórico, *status* socioeconômico e racismo sobre a saúde. **Revista da ABPN**, v. 4, n. 8, p. 97-113, 2012.

LAGUARDIA, Josué. Raça e doenças: uma relação delicada. **Revista de Saúde Coletiva**, v. 12, n. 2, p. 409-422, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0103-73312002000200014>

LAGUARDIA, Josué. Raça e epidemiologia: as estratégias para construção de diferenças biológicas. **Temas Livres**, v. 12, n. 1, p. 253-261, 2007.

<https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000100029>

LAGUARDIA, Josué. Raça, genética e hipertensão: nova genética ou velha eugenia? **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v. 12, n. 2, p. 371-393, 2005.

<https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000200008>

LAMM, Ehud. Inheritance Systems. **Stanford Encyclopedia of Philosophy Archive**, 2021. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2021/entries/inheritance-systems/>. Acesso em: 06 nov. 2024.

LAPPÉ, Martine. Epigenetics, Media Coverage, and Parents Responsibilities in the Post-Genomic Era. **Curr Genet Med Rep**, v. 4, n. 3, p. 92-97, 2016. <https://doi.org/10.1007/s40142-016-0092-3>

LEAL, Maria do Carmo; *et al.* A cor da dor: iniquidades raciais na atenção pré-natal e ao parto no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, n. 1, p. 1-17, 2017. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00078816>

LÉO-NETO, Nivaldo Aureliano; FERNANDES, Kelly Meneses. Saberes das lutas antirracistas sobre saúde e o novo coronavírus na formação docente em biologia. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 15, nesp2, p. 531-549, 2022. doi.org/10.46667/renbio.v15inesp2.707

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. <https://doi.org/10.1080/09500690600560753>

LEWONTIN, Richard. **A tripla hélice: gene, organismo e ambiente**. Tradução: José Viegas Filho. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

LEWONTIN, Richard C. The Apportionment of Human Diversity. **Evolutionary Biology**, v. 6, p. 381-398, 1972.

LING, Charlotte; RÖNN, Tina. Epigenetics in Human Obesity and Type 2 Diabetes. **Cell Metabolism Review**, v. 29, p. 1028-1044, 2019. doi.org/10.1016/j.cmet.2019.03.009

LOPES, Fernanda. Para além da barreira dos números: desigualdades raciais e saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 5, p. 1595-1601, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000500034>

LUDWIG, David. Understanding Race: The Case for Political Constructionism in Public Discourse. **Canadian Journal of Philosophy**, v. 50, n. 4, p. 492-504. <https://doi.org/10.1017/can.2019.52>.

MAIO, Marcos Chor; MONTEIRO, Simone. Política Social com Recorte Racial no Brasil: o caso da saúde da população negra. In: MAIO, Marcos Chor; SANTOS, Ricardo Ventura (Orgs.). **Raça como Questão**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2010. p. 285-314.

MAIO, Marcos Chor. Raça, Doença e Saúde Pública no Brasil: um debate sobre o pensamento higienista do século XIX. In: MAIO, Marcos Chor; SANTOS, Ricardo Ventura (Orgs.). **Raça como Questão**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2010. p. 51-82.

MAMELI, Matteo. The inheritance of features. **Biology and Philosophy**, v. 20, p. 365-399, 2005. doi.org/10.1007/s10539-004-0560-0

MANSFIELD, Becky; GUTHMAN, Julie. Epigenetic life: biological plasticity, abnormality, and new configurations of race and reproduction. **Cultural Geographies**, v. 22, n. 1, p. 3-20, 2015. doi.org/10.1177/1474474014555659

MANSFIELD, Becky. Race and the new epigenetic biopolitics of environmental health. **BioSocieties**, v. 7, n. 4, p. 352-372, 2012. <https://doi.org/10.1057/biosoc.2012.22>

MARÍN, Yonier Alexander Orosco. Por um currículo em defesa da verdade: ensino de Ciências e Biologia entre o negacionismo científico e a desigualdade de gênero. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 16, n. nesp.1, p. 1103–1126, 2023. <https://doi.org/10.46667/renbio.v16inesp.1.1024>

MARTIN, Chantel L; *et al.* Understanding Health Inequalities Through the Lens of Social Epigenetics. **Annual Review of Public Health**, v. 43, p. 235-254, 2022. doi.org/10.1146/annurev-publhealth-052020-105613

MARTINS, Liziane. **Abordagens da saúde em livros didáticos de biologia**: análise crítica e proposta de mudança. 2016. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2016. Disponível em: https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/tese_liziane_martins.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.

MARTINS, Liziane; COVA, Valter Forastieri. Abordagem anti-reducionista em saúde: uma contribuição das discussões filosóficas no contexto da educação em saúde. **Educação e Filosofia Uberlândia**, v. 29, n. 58, p. 843-859, 2015.

MARTINS, Liziane; SANTOS, Girlene Silva dos; EL-HANI, Charbel Niño. 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.

MATTA, Alfredo Eurico Rodrigues; SILVA, Francisca de Paula Santos da; BOAVENTURA, Edivaldo Machado. Design-Based-Research ou Pesquisa de Desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista FAEEBA - Educação e Contemporaneidade**, v. 23, n. 42, 2014.

MELONI, Maurizio. Epigenetics for the social science: justice, embodiment, and inheritance in the postgenomic era. **New Genetics and Society**, v. 34, n. 2, p. 125-151, 2015. <https://doi.org/10.1080/14636778.2015.1034850>

MELONI, Maurizio; *et al.* A biosocial return to race? A cautionary view for the postgenomic era. **American Journal of Biology Human**, v. 34, p.1-24, 2022. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23742>

MELONI, Maurizio; TESTA, Giuseppe. Scrutinizing the epigenetic revolution. **BioSocieties**, v. 9, n. 4, p. 431-456, 2014. <https://doi.org/10.1057/biosoc.2014.22>

MELONI, Maurizio. Race in an epigenetic time: thinking biology in the plural. **British Journal of Sociology**, v. 68, n. 3, p. 389-409, 2017. <https://doi.org/10.1111/1468-4446.12248>

MELO, Pedro Nascimento. **Avaliação de uma sequência didática com questão sociocientífica na educação CTSA, sob a perspectiva da pedagogia libertadora de Paulo Freire para o ensino de biologia do nível médio**. 2021. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/34550/1/Tese%20c%20abstract%20e%20ficha.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2025.

MELO, Pedro Nascimento; CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Aproximando Pedagogia Libertadora, Educação CTSA e Ensino por QSC para Ações Sociopolíticas Socioambientais. **R. Educ. Ci. Tec.**, v. 17, n. 1, p. 1-27, 2024.

<https://doi.org/10.5007/1982-5153.2024.e93732>

MEYER, Diego. A diversidade humana não cabe nas categorias raciais. **Darwinianas**, 10 de fevereiro de 2017a. Disponível em:

<https://darwinianas.com/2017/02/28/a-diversidade-humana-nao-cabe-nas-categorias-raciais/>.

Acesso em: 03 mar. 2024.

MEYER, Diego. Vamos conversar sobre raças. **Darwinianas**, 10 de março de 2017b.

Disponível em: <https://darwinianas.com/2017/10/03/vamos-conversar-sobre-raca/>. Acesso em: 04 mar. 2024.

MSIMANG, Phila Mfundo. Prescribing Race: No blank Scripts for Using Race and Ethnicity in Health. **Argumenta**, volume único, p. 1-24, 2024. Disponível em:

<https://www.argumenta.org/wp-content/uploads/2024/04/Argumenta-Phila-M.-Msimang-Prescribing-Race.pdf>. Acesso em 3 dez. 2024.

MSIMANG, Phila Mfundo. Social “races” in biomedical settings. In: LORUSSO, L. WINTHER, R. G. (Org.). **Remapping Race in a Global Context**. New York: Routledge Press, 2021. p. 265-280.

MULLER, Ruth; *et al.* The biosocial genome? Interdisciplinary perspectives on environmental epigenetics, health and society. **Science & Society**, v. 18, n. 10, p. 1677-1682.

<https://doi.org/10.15252/embr.201744953>

MUNANGA, Kabengele. **Superando o racismo na escola**. 2 ed. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, 2005.

MUNANGA, Kabengele. Uma abordagem conceitual das noções de raça, racismo, identidade e etnia. **Cadernos Panesb**, v. 5, p. 16-34, 2004.

NAOUM, Paulo C. Interferentes eritrocitários e ambientais na anemia falciforme. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 22, n. 1, p. 5-22, 2000.

<https://doi.org/10.1590/S1516-84842000000100003>

NASCIMENTO, Abdias. **O genocídio do negro brasileiro: processo de um racismo mascarado**. 3 ed. São Paulo: Perspectivas, 2016.

NASCIMENTO, Brenda Iolanda Silva do; CARVALHO, Iago Vilaça de; COSTA, Fernanda Antunes Gomes da. Vozes-Mulheres-Negras no Ensino de Biologia para uma Escola Comprometida com a Promoção da Saúde. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 15, nesp2, p. 513-530, 2022. <https://doi.org/10.46667/renbio.v15inesp2.739>

NASCIMENTO, Lia Midori Meyer. **Exame crítico da racialização da anemia 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**. 2019. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2019. Disponível em:

https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/32768/1/Tese_Lia%20Midori%20Meyer%20Nascimento.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.

NEEL, James V. Diabetes Mellitus: A "Thrifty" Genotype Rendered Detrimental by "Progress"? **Bull World Health Organ**, v. 77, n. 8, p. 353-362, 1962.

NIEVEEN, Nienke; FOLMER, Elvira. Avaliação formativa na pesquisa-aplicação em educação. In: PLOMP, Tjeerd. et al (Orgs.). **Pesquisa-aplicação em educação: uma introdução**. Tradução: Emanuel do Rosário Santos Nonato. São Paulo: Artesanato Educacional, 2018. p. 177-190.

OBUAKU-IGWE, Chinwe C. Health Inequality in South Africa: A Systematic Review. **African Sociological Review**, v. 19, n. 2, p. 96-131, 2015.

OLIVEIRA, Anderson Castro de; ALVES-BRITO, Alan; ROSA, Katemari Diogo. Uma revisão de literatura sobre a teoria crítica da raça na educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 29, n. 1, p. 23-59, 2024.
<https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2024v29n1p23>

OLIVEIRA, Fátima. **Saúde da População Negra: Brasil ano 2001**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2003.

OLIVEIRA, Lucicarla Lima de; *et al.* Validação por especialistas de uma sequência didática sobre a racialização da anemia falciforme. In: XIII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais**, 2021.

OLIVEIRA, Roberta Gondim de; *et al.* Desigualdades raciais e a morte como horizonte: considerações sobre a COVID-10 e o racismo estrutural. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 9, p. 1-14, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00150120>.

OLIVEIRA, Thais Benetti de; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. A natureza da Biologia e os conceitos biológicos: como exemplificar o caráter sistêmico e integrado dessa ciência? **Filosofia e História da Biologia**, v. 10, n. 1, p. 125-147, 2015.

OLLAIK, Leila Giandoni; ZILLER, Henrique Moraes. Concepções de validade em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, v. 38, n. 1, p. 229-241, 2012.
<https://doi.org/10.1590/S1517-97022012005000002>

ORAKA, Claudia Simões; *et al.* Raça e obesidade na população feminina negra: uma revisão de escopo. **Saúde & Sociedade**, v. 29, n. 1, p. 1-10, 2020.
<https://doi.org/10.1590/S0104-12902020191003>

PAIVA, Ayane de Souza; OLIVEIRA, Roberto Dalmo Varallo Lima de. Questões Sociocientíficas e Educação em Direitos Humanos. In: XII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais**, 2019. Disponível em:
<https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1078-1.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2024.

PAIVA, Ayane de Souza. **Princípios de design para o ensino de biologia celular: pensamento crítico e ação sociopolítica inspirados no caso de Henrietta Lacks**. 2019. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2019. Disponível em:
https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/29744/1/Tese%20Ayane%20Paiva_PPGEFHC_2019.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.

- PANTAROTTI, Gaëlle. Extended Inheritance as Reconstruction of Extended Organization: the paradigmatic case of symbiosis. **Revue de la Société de Philosophie des Sciences**, v. 3, n. 1, p. 92-102, 2016. doi.org/10.20416/lrsrps.v3i1.343
- PENA, Sérgio D. J.; BORTOLINI, Maria Cátira. Pode a genética definir quem deve se beneficiar das cotas universitárias e demais ações afirmativas? **Estudos Avançados**, v. 18, n. 50, p. 31-50, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142004000100004>.
- PENA, Sérgio D. J. Razões para banir o conceito de raça da medicina brasileira. **História, Ciências e Saúde - Manguinhos**, v. 12, n. 1, p. 321-346, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702005000200006>.
- PENCHASZADEH, Victor B. Problemas éticos do determinismo genético. **Revista de Bioética**, v. 12, n. 1, p. 61-68, 2004.
- PEREZ, Marcos Francisco; LEHNER, Ben. Intergenerational and transgenerational epigenetic inheritance in animals. **Nature Cell Biology**, v. 21, n. 2, p. 143-151, 2019.
- PINHEIRO, Bárbara. Educação para as relações étnico-raciais e o racismo científico em tempos de COVID-19. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 1-14, 2022. doi.org/10.47401/revisea.v9i2.18093
- PINHEIRO, Thaís da Luz Fontoura; *et al.* Associação entre etnia e sobrepeso/obesidade populacional no Brasil. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 56, n. 1, p. 1-11, 2023.
- PLOMP, Tjeerd. Pesquisa-aplicação em educação: uma introdução. In: PLOMP, Tjeerd. *et al* (Orgs.). **Pesquisa-aplicação em educação: uma introdução**. Tradução: Emanuel do Rosário Santos Nonato. São Paulo: Artesanato Educacional, 2018. p. 25-66.
- PROCHAZKA, Luana de Souza; FRANZOLIN, Fernanda. A genética humana nos livros didáticos brasileiros e o determinismo genético. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 1, p. 111-124, 2018. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180010008>
- QUARESMA, Sayonara; *et al.* Análise do Conteúdo de Epigenética nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], n. e36988, p. 1-19, 2022. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u693711>.
- REIS, Pedro. Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. **Ensino de Ciência e Tecnologia em Revista**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2013.
- REIS, Vanessa Perpétua Garcia Santana. **Um perfil conceitual de herança biológica: investigando dimensões epistemológicas e axiológicas de significação do conceito no contexto do ensino médio de genética**. 2018. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2018. Disponível em: https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/tese_vanessa_reis_versao_final_para_homo_logacao.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.
- RESNIK, David B.; ELLIOTT, Kevin C. Science, Values and the New Demarcation Problem. **J Gen Philos Sci**, v. 54, p. 250-286, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10838-022-09633-2>
- RICHARDSON, Sarah S. *et al.* Society: don't blame the mothers. **Nature News**, v. 512, n. 7513, p. 131-132, 2014. <https://doi.org/10.1038/512131a>

ROCHA, Diogo Ferreira da; PORTO, Marcelo Firpo de Souza; PACHECO, Tania. A luta dos povos indígenas por saúde em contextos de conflitos ambientais no Brasil (1999-2014).

Ciência & Saúde Coletiva, v. 24, n. 2, p. 383-392, 2019.

<https://doi.org/10.1590/1413-81232018242.27972016>

ROSA, Katemari. A Teoria Crítica da Raça na Pesquisa em Educação em Ciências: novas perspectivas teórico-metodológicas para o contexto brasileiro. In: MONTEIRO, Bruno A. P. et al (Org.). **Decolonialidades na Educação em Ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019. p. 177-190.

ROTHER, Edna Terezinha. Revisão Sistemática X Revisão Narrativa. **Acta Paul Enferm**, v. 20, n. 2, p. 1-2, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>.

SÁNCHEZ-ARTEAGA, Juan Manuel; *et al.* Alterização, biologia humana e biomedicina. **Scientiae Studia**, v. 13, n. 3, p. 615-641, 2015.

<https://doi.org/10.1590/S1678-31662015000300007>

SANTOS, Jailson Nael de Jesus; SEPÚLVEDA, Claudia de Alencar Serra. Herança epigenética e iniquidades raciais na saúde: uma questão sociocientífica para promoção da educação das relações étnico-raciais no ensino de genética. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 17, n. 2, p. 1043-1064, 2024. <https://doi.org/10.46667/renbio.v17i2.1292>.

SANTOS, Vanessa Carvalho dos; EL-HANI, Charbel. Idéias sobre genes em livros didáticos de biologia no ensino médio publicados no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 1-23, 2009.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda. **Como ensinar citologia e promover uma visão informada da ciência no nível médio de escolaridade**. 2016. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2016. Disponível em: https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/anna_cassia_de_holanda_sarmento_-dissertacao_-_como_ensinar_citologia_e_promover_uma_visao_informada_da_ciencia_no_nivel_medio_de_escolaridade.pdf. Acesso em: 15 nov. 2024.

SARMENTO, Anna Cassia de Holanda; *et al.* Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético. **Ciência e Educação**, v. 19, n. 3, p. 573-598. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000300006>.

SEPULVEDA, Claudia; EL-HANI, Charbel Niño. Obstáculos epistemológicos e sementes conceituais para a aprendizagem sobre adaptação: uma interpretação epistemológica e sociocultural dos desafios no ensino de evolução. **Acta Scientiae**, v. 16, n. 2, 2014.

SEPULVEDA, Claudia; *et al.* A prática social de pesquisa colaborativa e a controvérsia sobre o estatuto epistemológico da pesquisa docente. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariângela Cerqueira (Orgs.). **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em Ensino de Biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 49-96.

SEPULVEDA, Claudia; *et al.* Variabilidade humana, raça e o debate sobre cotas raciais em universidades públicas: articulando ensino de genética à educação em direitos humanos. In:

TEIXEIRA, Pedro Pinheiro; OLIVEIRA, Roberto Dalmo Varallo de; QUEIROZ, Glória Regina Pessoa Campelo (Orgs.). **Conteúdos Cordiais**: biologia humanizada para uma escola sem mordacha. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019. p. 85-106.

SEPULVEDA, Claudia; FADIGAS, Mateus Dumont; SÁNCHEZ-ARTEAGA, Juan Manuel. Educação das relações étnico-raciais a partir da história do racismo científico: princípios de planejamento e materiais curriculares educativos. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 15, nesp 2, p. 808-830, 2022. doi.org/10.46667/renbio.v15inesp2.743

SEPULVEDA, Claudia; FARIAS, Yaci Maria Marcondes. A biologia e a construção de outros: história da ciência, crítica feminista e educação antiopressiva. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 15, n. 2, p. 491-515, 2022. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v15i2.811>

SEYERLE, Amanda A.; AVERY, Christy L. Understanding genetic epidemiology: the potential benefits and challenges of genetics for improving human health. **North Carolina Medical Journal**, v. 74, n. 6, p. 505-508, 2013.

SILVA, Marta de Oliveira da.; FIGUEIREDO, Nataly Damasceno de. Crítica sobre políticas, ações e programas de saúde implementados no Brasil. In: BRASIL. Ministério da Saúde (Org.). **Saúde da População Negra no Brasil**: Contribuições para a Promoção da Equidade. Brasília: Funasa, 2005.

SILVA, Nádja; SANTOS, Thayonara. Nutricídio da população negra em tempos de covid-19: analisando os impactos do encontro de crises no Brasil atual. **Áltera Revista de Antropologia**, n. 14, p. 1-25, 2022.

SILVA, Petronilha Beatriz Gonçalves e. Aprender, ensinar e relações étnico-raciais. **Educação**, v. 63, n. 3, p. 489-506, 2007.

SILVA, Petronilha Beatriz Gonçalves e. Educação das Relações Étnico-Raciais nas instituições escolares. **Educar em Revista**, v. 34, n. 69, p. 123-150, 2018. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.58097>.

SILVA, Tarcisio Oliveira; et al. Política Nacional de Saúde Integral da População Negra: uma proposta de revisão. **Saúde Debate**, v. 45, n. 129, p. 354-365, 2021. <https://doi.org/10.1590/0103-11042021129102>

SILVEIRA, Patrícia P.; et al. Developmental origins of health and disease (DOHaD). **Jornal de Pediatria**, v. 83, n. 6, p. 494-504, 2007. <https://doi.org/10.2223/JPED.1728>

SIQUEIRA, Gisele Carvalho de; et al. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021.

SOBER, E. **Evolutionary theory in philosophical focus**: The Nature of selection: Chicago: The University of Chicago Press. 1993. 383p.

SOUSA, Alessandro Eduardo de Almeida; MUNIZ, Cássia Regina; SARMENTO, Anna Cássia de Holanda. O processo heurístico da construção do conceito de inovações educacionais por um grupo colaborativo de pesquisa. In: SEPULVEDA, Claudia; ALMEIDA, Mariângela Cerqueira (Orgs.). **Pesquisa colaborativa e inovações educacionais em Ensino de Biologia**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2016. p. 97-126.

SOUSA, Marta Caires; GUIMARÃES, Ana Paula Miranda; AMANTES, Amanda. A Saúde nos Documentos Curriculares Oficiais para o Ensino de Ciências: da Lei de Diretrizes e

Bases da Educação à Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 129-153, 2019.

<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u129153>.

SOUZA, Arivaldo Santos de. **Direito e racismo ambiental na diáspora africana**: promoção da justiça ambiental através do direito. Salvador: EDUFBA, 2015.

SOUZA, Vanderlei Sebastião de. Eugenia, racismo científico e antirracismo no Brasil: debates sobre ciência, raça e imigração no movimento eugênico brasileiro (1920-1930).

Revista Brasileira de História, v. 42, n. 89, p. 93-115, 2022.

<https://doi.org/10.1590/1806-93472022v42n89-06>.

STAM, Henderikus J. Theorizing health and illness: functionalism, subjectivity and reflexivity. **Journal of Health Psychology**, v. 5, n. 3, p. 273-283, 2000.

SULLIVAN, Shannon. Inheriting racist disparities in health: epigenetics and the transgenerational effects of white racism. **Critical Philosophy of Race**, v. 1, n. 2, p. 190-218, 2013. <https://doi.org/10.5325/critphilrace.1.2.0190>

TAMMEN, Stephanie A.; FRISO, Simonetta; CHOI, Sang-Woon. Epigenetics: the link between nature and nurture. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 34, n. 1, p. 735-764.

<https://doi.org/10.1016/j.mam.2012.07.018>.

TEIXEIRA, Francimar Martins; SOBRAL, Ana Carolina Moura Bezerra Sobral. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: um estudo de caso. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 667-677, 2010.

THAYER, Zaneta M.; KUZAWA, Christopher W. Biological memories of past environments: Epigenetic pathways to health disparities. **Epigenetics**, v. 6, n. 7, 798-803, 2011.

<https://doi.org/10.4161/epi.6.7.16222>

TORRES, Camile da Silva. **Abordagens de saúde em livros didáticos de biologia**: Reflexões sobre a saúde da população negra. 2018. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia- Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2018. Disponível em:

https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/camile_da_silva_torres_-_abordagens_de_saude_em_livros_didaticos_de_biologia_reflexoes_sobre_a_saude_da_populacao_negra.pdf.

Acesso em: 15 nov. 2024.

VALADÃO, Marina Marcos. **Saúde na Escola**: um campo em busca de espaço na agenda intersetorial. 2004. Tese (Programa de Pós-Graduação em Serviços de Saúde). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em:

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6135/tde-12022007-152151/publico/tese_marina.pdf. Acesso em: 29 nov. 2024.

VAN DEN AKKER, Jan. Principles and Methods of Development Research. In: VAN DEN AKKER, J. et al. (Orgs.). **Design Approaches and Tools in Education and Training**. Dordrecht: Springer Netherlands, p. 1-14, 1999.

VERRANGIA, Douglas. A educação das relações étnico-raciais: uma proposta teórico-metodológica para a desconstrução de estereótipos na educação em Ciências e Biologia. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 15, n. nesp2, p. 492-512, 2022.

doi.org/10.46667/renbio.v15inesp2.782.

VERRANGIA, Douglas. Educação científica e diversidade étnico-racial: o ensino e a pesquisa em foco. **Interacções**, v. 10, n. 31, p. 2-27, 2014. <https://doi.org/10.25755/int.6368>.

VERRANGIA, Douglas.; SILVA, Petronilha Beatriz Gonçalves. 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. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022010000300004>.

WADDINGTON, C. H. The Epigenotype. **International Journal of Epidemiology**, v. 41, n. 1, p. 10-13, 2012.

WADE, Peter. Human nature and race. **Anthropological Theory**, v. 4, n. 2, p. 157-172, 2004. <https://doi.org/10.1177/1463499604042812>.

WADE, Peter. Raça: natureza e cultura na ciência e na sociedade. In: HITA, M.G (org.). **Raça, racismo e genética**: em debates científicos e controvérsias sociais. Salvador: EDUFBA, 2017. p.47-80.

WAGGONER, Miranda R.; ULLER, Tobias. Epigenetic Determinism in Science and Society. **New Genet Soc**, v. 34, n. 2, p. 177-195, 2015. <https://doi.org/10.1080/14636778.2015.1033052>

WEI, Yanchang; SCHATTEN, Heide; SUN, Qing-Yuan. Environmental epigenetic inheritance through gametes and implications for human reproduction. **Human reproduction update**, v. 21, n. 2, p. 194-208, 2015. doi.org/10.1093/humupd/dmu061

WERNECK, Jurema. Racismo institucional e saúde da população negra. **Saúde e Sociedade**, v. 25, n. 3, p. 535-549, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0104-129020162610>

WITHERSPOON, D. J. et al. Genetic Similarities Within and Between Human Populations. **Genetics**, v. 176, n. 1, p. 351-359, 2007. doi.org/10.1534/genetics.106.067355

WONG, Albert H. C.; GOTTESMAN, Irving I.; PETRONIS, Anturas. Phenotypic differences in genetically identical organisms: the epigenetic perspective. **Human Molecular Genetics**, v. 14, n. 1, p. 11-18, 2005. <https://doi.org/10.1093/hmg/ddi116>

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar (recurso eletrônico). Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Penso, 2014.

ZEIDLER, Dana L.; HERMAN, Benjamin C.; SADLER, Troy D. New directions in socioscientific issues research. **Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research**, v. n. 11, p. 2-9, 2019. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>

ZEIDLER, Dana L.; NICHOLS, Bryan H. Socioscientific Issue: Theory and Practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009. <https://doi.org/10.1007/BF03173684>

ZUDAIRE, Isabel; FRAILE, María Napal. Exploring the Conceptual Challenges of Integrating Epigenetics in Secondary-Level Science Teaching. **Research in Science Education**, v. 51, p. 957-974, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09899-5>.

APÊNDICE A - TCLE para professores e pesquisadores participantes do processo de validação qualitativa da SD

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa *“Investigação Colaborativa sobre Materiais Curriculares Educativos para as Relações Étnico-Raciais baseados na história do racismo científico”*, coordenada por mim, Claudia de Alencar Serra e Sepulveda, professora do Departamento de Educação da UEFS. Este estudo tem o objetivo de desenvolver propostas pedagógicas para educação das relações étnico-raciais no contexto do ensino de Biologia, visando a elaboração de materiais curriculares educativos que sirvam de apoio aos professores. A sua participação nessa pesquisa se dará participando da validação por pares de uma sequência didática sobre o uso da epigenética para interpretar as iniquidades raciais na saúde. A sequência didática é objeto de estudo da pesquisa *“Raça, saúde e epigenética: investigação de princípios e protótipos educacionais para uma educação antirracista articulada a um ensino de herança pluralista”*, que é desenvolvida pelo estudante de mestrado Jailson Nael de Jesus Santos, no Programa de Pós-graduação em Ensino Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC – UFBA/UEFS), e tem como objetivo principal investigar quais características uma sequência didática, baseada em uma questão sociocientífica sobre herança epigenética e iniquidades raciais na saúde, deve ter para promover uma educação antirracista e uma compreensão pluralista do conceito de herança no contexto do ensino médio de biologia. Para participar do processo de validação, você responderá a um instrumento de validação digital que inclui: um questionário – no qual serão solicitadas algumas informações pessoais suas, bem como informações profissionais; os princípios de planejamento que orientam a sequência didática em investigação; os objetivos de aprendizagem; um quadro de avaliação da sequência didática; e por fim a questão sociocientífica com casos e questões orientadoras. O instrumento de validação não é anônimo, no sentido de que o pesquisador terá conhecimento de quem respondeu a cada instrumento, contudo os dados dos respondentes, e qualquer informação que possa ser usada para identificá-los, não serão publicados em nenhuma das etapas da pesquisa. O instrumento de validação digital será enviado por e-mail, no formato de arquivo .docx, e deve ser reenviado para o endereço jottanael777@gmail.com, no formato de arquivo .PDF. Todas as informações serão usadas apenas nesta pesquisa e tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade e ficarão arquivados sob minha responsabilidade e após cinco anos serão destruídos. Os resultados da pesquisa serão publicados em textos de capítulos de livro, artigos de periódicos acadêmicos e em trabalhos monográficos de alunos de pós-graduação. É importante esclarecer, contudo, que os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para estudantes e professores, que terão, assim, sua identidade preservada. A sua participação é voluntária e em qualquer momento você poderá deixar de participar da pesquisa se assim o desejar, sem nenhum prejuízo. As atividades da pesquisa foram planejadas de modo a não gerar nenhum custo para os participantes, mas, caso você tenha alguma despesa que decorra da participação da pesquisa, você será devidamente ressarcido. Sua participação poderá trazer riscos emocionais, psicológicos em função dos temas tratados durante a coleta de dados, já que tratará do tema de raça, identidade étnico racial e racismo, tema que pode te levar a refletir sobre situações em que você já foi alvo ou protagonista de situações de tensas relações étnico-raciais, e/ou de injúria racial. Diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, você tem direito a ser indenizado e a receber assistência integral e imediata de forma gratuita. Você não terá nenhum benefício direto, mas sua participação poderá contribuir para a sua formação pessoal e para a efetivação de educação das relações étnico-raciais na Educação Básica. Você pode ser convidada/o para contribuir com outras etapas da pesquisa e, assim, pode ser creditada/o como coautor/a de trabalhos científicos. Como forma de retorno social dos resultados da pesquisa serão produzidos materiais curriculares educacionais que serão disponibilizados em uma plataforma digital para professores e estudantes da educação básica. Caso concorde em participar voluntariamente, se sinta devidamente esclarecido e esteja de acordo com esta pesquisa, pedimos que informe o seu consentimento assinando esse documento que apresenta duas vias sendo que uma via permanecerá de posse dos pesquisadores e outra com o/a participante. Caso você se recuse a participar, não será penalizado de forma alguma. Você também estará livre para desistir de participar em qualquer fase da pesquisa. Você será esclarecido/a sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar, e a qualquer momento (antes, durante e depois) por meio de comunicação direta com a coordenadora da pesquisa, através do e-mail sepulvedacau@gmail.com, ou por meio do e-mail jottanael777@gmail.com, ou ainda pelo telefone (75) 99134-3425, caso prefira. Tendo dúvidas sobre os princípios éticos desta pesquisa, indicamos contato do Comitê de Ética em Pesquisa da UEFS, órgão criado para defender os interesses dos sujeitos envolvidos em uma pesquisa com seres humanos: cep@uefs.br ou pelo telefone: (75) 3161-8124. Horário de funcionamento: de Segunda a Sexta, de 13h30 às 17h30.

Participante da Pesquisa

Responsável pela Pesquisa
Claudia de Alencar Serra e Sepulveda

UEFS – Av. Transnordestina, S/N. Bairro Novo Horizonte, DEDU, Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia das Ciências, sala MT54 (75) 3161-8472. Feira de Santana-BA

APÊNDICE B - Instrumento de Validação da Sequência Didática

Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC)

Projeto: Raça, saúde e epigenética: investigação de princípios e protótipos educacionais para uma educação antirracista articulada a um ensino de herança pluralista
Mestrando: Jailson Nael de Jesus Santos
Orientadora: Claudia de Alencar Serra e Sepulveda
Professora colaboradora: Mariangela Cerqueira Almeida
Disciplina: Biologia

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA POR DOCENTES/PESQUISADORES

Prezado(a) docente/pesquisador(a), você é convidado a realizar a validação de uma sequência didática (SD), baseada em uma questão sociocientífica (QSC) sobre herança epigenética e iniquidades raciais na saúde. A SD está vinculada a uma pesquisa de mestrado, cujo principal objetivo, é investigar quais características uma sequência didática baseada em uma QSC sobre “herança epigenética e iniquidades raciais na saúde”, deve ter para promover uma educação antirracista e uma compreensão pluralista do conceito de herança no contexto do ensino médio de biologia.

A proposta de desenvolvimento deste produto educacional no âmbito deste projeto de pesquisa, parte da problemática apontada para o ensino de genética de que há uma abordagem bastante determinista genética, que não considera a influência de fatores ambientais no desenvolvimento de características. No que diz respeito às doenças humanas, há um enfoque em doenças monogênicas e as doenças multifatoriais, que são um grande problema de saúde pública, como obesidade, hipertensão e diabetes, são negligenciadas. Não perdendo de vista, de que, embora esteja havendo um grande aumento dessas doenças crônicas na população mundial, há uma maior incidência e impacto delas em grupos vulnerabilizados, como a população negra. A epidemiologia social tem proposto modelos, baseados na epigenética, que explicam que o estresse psicossocial do racismo, a insegurança alimentar e a exposição a produtos tóxicos podem estar relacionados aos altos índices de doenças cardiovasculares e síndromes metabólicas em pessoas negras. Esses modelos são considerados uma terceira via, em meio a tensões entre abordagens que associavam as diferenças raciais na saúde a fatores genéticos e as que as atribuíam à efeitos socioambientais. Tais proposições podem contribuir com novos elementos ao debate sobre a saúde da população negra, se articulada às lutas antirracistas, cujos saberes, historicamente, apontam o racismo na origem das

iniquidades raciais em saúde e reivindicam medidas de reparação. No entanto, há o risco de que a epigenética seja utilizada para discursos de culpabilização e estigmatização. Devido a esse caráter controverso, julgamos que essa temática consiste em uma questão sociocientífica e a adaptamos para ser trabalhada no ensino médio de genética, em uma proposta educativa que tenha o objetivo de promover uma educação antirracista e ao mesmo tempo contribuir com um ensino de genética menos determinista, que considere que há uma variedade de fatores, mecanismos e processos, além dos genéticos, envolvidos no desenvolvimento e herança de características, ao que chamamos de herança pluralista.

Alicerçados nos objetivos da educação das relações étnico-raciais, buscamos contribuir com materiais educativos para o ensino de biologia que possibilitem a discussão da raça como uma realidade histórica e social e desconstrução do seu conceito biológico, que promovam a desconstrução de estereótipos racistas e incentivem a inserção dos estudantes em ações antirracistas. A nossa proposta é de que essa SD em investigação, seja trabalhada com uma turma do ensino médio, ao final de um módulo sobre genética. Devido aos pré-requisitos conceituais necessários para o seu desenvolvimento com os estudantes, durante esse módulo, a intenção é de que anteriormente sejam abordados temas como a interação entre genes e ambiente, estrutura da cromatina e expressão gênica. A nossa abordagem da epigenética se restringirá aos mecanismos celulares, que influenciados pelo ambiente, adicionam etiquetas químicas à cromatina e acabam por aumentar ou suprimir a expressão dos genes, o que pode ser transmitido para gerações posteriores. Contextualizando a epigenética com a relação existente entre genótipo, ambiente e fenótipo.

O instrumento de avaliação consiste neste documento em que constam: um quadro sobre o perfil do avaliador(a); os princípios de planejamento oriundos de uma pesquisa preliminar que orientam a construção do primeiro protótipo desta proposta de ensino; os objetivos de aprendizagem organizados em torno das dimensões conceitual, procedimental e atitudinal dos conteúdos; um quadro de avaliação onde estão elencados os momentos pedagógicos, temas, duração e ações didáticas correspondentes. Para cada momento há um propósito de ensino e objetivos de aprendizagem; no fim do documento, está a QSC com os casos e as questões orientadoras para ser consultada durante a avaliação. Para realizar a avaliação da SD, você deverá ler as ações didáticas propostas para cada momento pedagógico e analisar se são adequadas para promover os propósitos de ensino e os objetivos de aprendizagem, assinalando apenas UMA ALTERNATIVA entre as opções: atende completamente; atende parcialmente; não atende. Além disso, será muito bem-vindo e de grande importância para esta validação, a adição de comentários, sugestões e justificativas, principalmente se as opções marcadas forem “atende parcialmente” e “não atende”. Desde já agradeço a sua contribuição!

Ao finalizar a avaliação, por favor, enviar o documento preenchido para: jottanael777@gmail.com

Perfil do avaliador
1. Formação acadêmica
1. 1. Graduação:
1. 2. Pós-graduação
2. Dados profissionais

2. 1. Instituição(ões) em que leciona:	
2. 2. Disciplinas que leciona:	
3. Experiência docente por nível de ensino	
3. 1. Ensino fundamental:	
3. 2. Ensino médio:	
3. 3. Ensino superior	
4. Atuação como pesquisador	
☐ Sim	Área de atuação:
☐ Não	

Princípios de planejamento
(A) Abordagem da herança que inclua a epigenética e sua relação com fatores socioambientais, com o propósito (y1) de promover a compreensão pluralista do conceito de herança; (B) Uso da abordagem socioecológica da saúde centrada na raça, com o propósito (y2) de promover a compreensão crítica e abrangente da relação entre saúde e raça; (C) Abordagem crítica da polissemia do conceito de raça na interpretação das iniquidades raciais na saúde, com o propósito (y3) de possibilitar o entendimento da importância do uso positivo da raça em debates científicos e sociopolíticos envolvendo saúde (D) Uso de QSC como ferramenta didática para abordar a utilização da epigenética na explicação das iniquidades raciais na saúde, com o propósito (y4) de estimular posicionamento e envolvimento em ações antirracistas

Objetivos de aprendizagem		
Conceituais	Procedimentais	Atitudinais

C1. Entender a proposta da utilização de questões sociocientíficas e da construção de ações sociopolíticas antirracistas; C2. Compreender a relevância da epigenética para informar ações promotoras de bem-estar de forma integrada a fatores ambientais, sociais e culturais; C3. Definir o conceito de herança com as formas de transmissão genética e não-genéticas; C4. Compreender a saúde como bem-estar biopsicossocial e ambiental e por uma perspectiva coletiva e política; C5. Compreender a raça com um determinante social de saúde; C6. Compreender o conceito de raça como uma construção sócio-histórica e o papel positivo do seu uso em projetos políticos de reparação social;	P1. Analisar, interpretar e contextualizar dados epidemiológicos e estatísticos; P2. Trabalhar em equipe e contribuir com a troca de conhecimentos, discutindo argumentos, contra-argumentos e pontos de consenso acerca das implicações controversas da epigenética; P3. Debater e propor sugestões de ações sociopolíticas antirracistas com os colegas; P4. Avaliar as atividades desenvolvidas e colaborar com críticas e sugestões;	A1. Se posicionar de forma crítica e ética quanto aos contextos mais indicados e valores assumidos para a aplicação dos conhecimentos da epigenética; A2. Mobilizar o conceito de raça de forma apropriada para identificar vulnerabilidades em saúde e na defesa de seu uso em políticas públicas de saúde; A3. Reconhecimento dos saberes produzidos pelas lutas antirracistas e da importância da consideração desses saberes em estratégias para promover equidade em saúde; A4. Engajar-se em debates sobre saúde e raça, e ações antirracismo junto à comunidade escolar;
--	--	---

QUADRO DE AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA		
Momento 1	Tema: Apresentação da sequência didática	Duração: 40 minutos
Ações didáticas: Aula introdutória, em que será apresentado aos estudantes o tema da sequência didática, objetivos, as dinâmicas das atividades e forma de avaliação. Se explicará a proposta da QSC e da construção de ações sociopolíticas antirracistas envolvendo epigenética e saúde da população negra, que será compartilhada com a comunidade escolar após a finalização das atividades desta sequência didática durante o novembro negro. Essa ação será planejada de maneira coletiva, com sugestões da professora, mas os próprios estudantes poderão escolher seu formato e como ela se desenvolverá. É importante que esta proposta seja recordada sempre que necessário pela professora durante as aulas, a fim de que os estudantes possam pensar e decidir como será a ação, cuja elaboração se iniciará a partir do momento 9.		

Propósito de ensino y4: Estimular posicionamento e envolvimento em ações antirracistas	Você considera que as ações didáticas estão de acordo com o propósito de ensino? () Atende completamente () Atende parcialmente () Não atende	Objetivos de aprendizagem C1. Entender a proposta da utilização de questões sociocientíficas e da construção de ações sociopolíticas antirracistas; A4. Engajar-se em debates sobre saúde e raça, e ações antirracismo junto à comunidade escolar;	Você considera que as ações didáticas atendem aos objetivos de aprendizagem propostos? () Atende completamente () Atende parcialmente () Não atende
Justificativas, comentários ou sugestões:			
Momento 2	Tema: Iniquidades raciais na saúde		Duração: 80 minutos
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada com o uso de dados epidemiológicos e índices brasileiros de recorte racial. Serão discutidas as doenças multifatoriais com alta frequência na população negra, especificamente a hipertensão e o diabetes do tipo 2. Por meio da revisão sobre os diferentes graus de influência ambiental em diferentes fenótipos, os estudantes serão estimulados a proporem as possíveis razões por que há uma maior frequência dessas doenças em pessoas negras. A partir desse diálogo com os estudantes, será problematizado as explicações que atribuem essa alta frequência a fatores exclusivamente genéticos. E introduzida a discussão sobre o conceito de iniquidade, racismo e sua relação com a cor da pele, e de como seus efeitos socioambientais influenciam o desenvolvimento e gravidade das doenças em questão. Entre esses efeitos, será dada uma ênfase maior a insegurança alimentar e a falta de acesso à assistência médica e farmacêutica, que serão temáticas requisitadas nas aulas seguintes da sequência didática.			
Propósito de ensino y2: Promover a compreensão crítica e abrangente da relação entre saúde e raça	Você considera que as ações didáticas estão de acordo com o propósito de ensino? () Atende completamente () Atende parcialmente	Objetivos de aprendizagem C5. Compreender a raça com um determinante social de saúde;	Você considera que as ações didáticas atendem aos objetivos de aprendizagem propostos? () Atende completamente () Atende parcialmente

	() Não atende	P1. Analisar, interpretar e contextualizar dados epidemiológicos e estatísticos;	() Não atende
Justificativas, comentários ou sugestões:			
Momento 3	Tema: Raça, racismo e saúde		Duração: 40 minutos
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada. Será feito o questionamento para os estudantes do que eles entendem por saúde ou o que é necessário para se ter saúde. Eles serão estimulados a citarem dimensões relacionadas à saúde, além da ausência de doenças, as quais serão escritas no quadro pela professora (<i>brainstorming</i>). Feito o levantamento dessas dimensões, haverá uma problematização da contemplação desigual das mesmas por diferentes grupos raciais e como isso pode desencadear condições que favorecem o desenvolvimento de doenças como a hipertensão e o diabetes.			
Propósito de ensino y2: Promover a compreensão crítica e abrangente da relação entre saúde e raça	Você considera que as ações didáticas estão de acordo com o propósito de ensino? () Atende completamente () Atende parcialmente () Não atende	Objetivos de aprendizagem C4. Compreender a saúde como bem-estar biopsicossocial e ambiental e por uma perspectiva coletiva e política; C5. Compreender a raça com um determinante social de saúde; A2. Mobilizar o conceito de raça de forma apropriada para identificar vulnerabilidades em saúde e na defesa de seu uso em políticas públicas de saúde;	Você considera que as ações didáticas atendem aos objetivos de aprendizagem propostos? () Atende completamente () Atende parcialmente () Não atende
Justificativas, comentários ou sugestões:			

Momento 4		Tema: Herança, ambiente e epigenética		Duração: 80 minutos
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada, em que será introduzida a epigenética como o estudo da herança de variações fenotípicas que não estão relacionadas a alterações na sequência do DNA e os diferentes tipos de herança epigenética. Será apresentado, como exemplo de mecanismo epigenético, o sistema de marcação de cromatina. Para exemplo didático, será feita a discussão dos experimentos que demonstram a influência da dieta pobre em ácido fólico (vitamina B9) na metilação do locus agouti em camundongos e consequente alteração da cor da pelagem, obesidade e diabetes entre as gerações. A aula terá uma abordagem interdisciplinar, em que serão mobilizados conteúdos da química e de outros campos da biologia, como fisiologia e biologia celular. Haverá uma reflexão de como podemos pensar os impactos de uma má alimentação nos seres humanos, contextualizando com a insegurança alimentar na população pobre e negra. Em seguida, será lido o caso 1 pela professora, sobre as possíveis razões de vários membros da família da personagem Layla possuírem hipertensão. Haverá uma discussão das questões orientadoras do caso, conduzida pela professora e de forma dialogada com os estudantes.				
Propósito de ensino yl: Promover a compreensão pluralista do conceito de herança		Você considera que as ações didáticas estão de acordo com o propósito de ensino? () Atende completamente () Atende parcialmente () Não atende	Objetivos de aprendizagem C2. Compreender a relevância da epigenética para informar ações promotoras de bem-estar de forma integrada a fatores ambientais, sociais e culturais; C3. Definir o conceito de herança com as formas de transmissão genética e não-genéticas;	Você considera que as ações didáticas atendem aos objetivos de aprendizagem propostos? () Atende completamente () Atende parcialmente () Não atende
Justificativas, comentários ou sugestões:				
Momento 5		Tema: Lutas antirracistas e saúde		Duração: 40 minutos
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada com o uso de textos ou vídeos. Será apresentada a Política Nacional de Saúde Integral da População Negra (PNSIPN) como uma conquista que é fruto das lutas dos movimentos sociais negros, seus objetivos e a importância da sua defesa e				

implementação efetiva. Por meio da apresentação dessa política, se discutirá com os estudantes a importância do uso da raça nas ações afirmativas das políticas públicas de saúde.

Propósito de ensino y3: Possibilitar o entendimento da importância do uso positivo da raça em debates científicos e sociopolíticos envolvendo saúde	Você considera que as ações didáticas estão de acordo com o propósito de ensino? () Atende completamente () Atende parcialmente () Não atende	Objetivos de aprendizagem C6. Compreender o conceito de raça como uma construção sócio-histórica e o papel positivo do seu uso em projetos políticos de reparação de social; A3. Reconhecimento dos saberes produzidos pelas lutas antirracistas e da importância da consideração desses saberes em estratégias para promover equidade em saúde;	Você considera que as ações didáticas atendem aos objetivos de aprendizagem propostos? () Atende completamente () Atende parcialmente () Não atende
---	--	---	--

Justificativas, comentários ou sugestões:

Momento 6	Tema: Modelo epigenético sobre a relação entre racismo, herança e saúde	Duração: 80 minutos
------------------	--	----------------------------

Ações didáticas: Aula expositiva dialogada, em que no início, serão revisados alguns conceitos das aulas 2 e 4. Em seguida, haverá a apresentação de um modelo explicativo baseado na epigenética que discute como o estresse da discriminação, a alimentação inadequada e exposição a produtos tóxicos podem provocar alterações epigenéticas as quais estão relacionadas com os altos índices de doenças crônicas em pessoas pertencentes a grupos racializados durante o curso de vida e entre as gerações. Realçando que as alterações epigenéticas podem ser revertidas se forem criadas condições adequadas. Será discutido a relevância da gravidez e saúde materna para a futura saúde dos filhos e com isso, uma problematização a respeito do cuidado às mulheres negras durante a gestação, no parto e acompanhamento dos recém-nascidos pelas redes de saúde.

Ao final da aula, a professora fará a leitura conjunta do **caso 2** da QSC, o qual será discutido no momento 7.

Propósitos de ensino	Você considera que as ações didáticas estão de acordo com os propósitos de ensino?	Objetivos de aprendizagem	Você considera que as ações didáticas atendem aos objetivos de aprendizagem propostos?
-----------------------------	---	----------------------------------	---

y1: Promover a compreensão pluralista do conceito de herança y3: Possibilitar o entendimento da importância do uso positivo da raça em debates científicos e sociopolíticos envolvendo saúde	☐ Atende completamente ☐ Atende parcialmente ☐ Não atende	C2. Compreender a relevância da epigenética para informar ações promotoras de bem-estar de forma integrada a fatores ambientais, sociais e culturais; C5. Compreender a raça com um determinante social de saúde;	☐ Atende completamente ☐ Atende parcialmente ☐ Não atende			
Justificativas, comentários ou sugestões: 						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Momento 7</td> <td style="width: 60%; text-align: center;">Tema: Discussão do caso 2</td> <td style="width: 25%; text-align: right;">Duração: 40 min</td> </tr> </table>				Momento 7	Tema: Discussão do caso 2	Duração: 40 min
Momento 7	Tema: Discussão do caso 2	Duração: 40 min				
Ações didáticas: Discussão do caso 2 da QSC sobre o debate do personagem Marcelo com seus colegas a respeito do uso do conceito sociológico de raça na saúde. As questões serão discutidas em grupo com a supervisão e quando necessário a mediação da professora.						
Propósito de ensino y4: Estimular posicionamento e envolvimento em ações antirracistas	Você considera que as ações didáticas estão de acordo com o propósito de ensino? ☐ Atende completamente ☐ Atende parcialmente ☐ Não atende	Objetivos de aprendizagem P2. Trabalhar em equipe e contribuir com a troca de conhecimentos, discutindo argumentos, contra-argumentos e pontos de consenso acerca das implicações controversas da epigenética; A1. Se posicionar de forma crítica e ética quanto aos contextos mais indicados e valores assumidos para a aplicação dos conhecimentos da epigenética;	Você considera que as ações didáticas atendem aos objetivos de aprendizagem propostos? ☐ Atende completamente ☐ Atende parcialmente ☐ Não atende			

		A2. Mobilizar o conceito de raça de forma apropriada para identificar vulnerabilidades em saúde e na defesa de seu uso em políticas públicas de saúde;	
Justificativas, comentários ou sugestões:			
Momento 8	Tema: Implicações éticas da epigenética		Duração: 80 minutos
Ações didáticas: Aula expositiva dialogada com o uso de textos, em que haverá uma breve revisão histórica da eugenia e sua associação com o determinismo ambiental. Discussão de como a epigenética pode trazer novas formas de eugenia por meio da leitura e resolução do caso 3 sobre as implicações éticas da epigenética. A discussão será em grupo e os próprios estudantes terão autonomia para conduzir o debate.			
Propósito de ensino y4: Estimular posicionamento e envolvimento em ações antirracistas	Você considera que as ações didáticas estão de acordo com o propósito de ensino? () Atende completamente () Atende parcialmente () Não atende	Objetivos de aprendizagem P2. Trabalhar em equipe e contribuir com a troca de conhecimentos, discutindo argumentos, contra-argumentos e pontos de consenso acerca das implicações controversas da epigenética; A1. Se posicionar de forma crítica e ética quanto aos contextos mais indicados e valores assumidos para a aplicação dos conhecimentos da epigenética;	Você considera que as ações didáticas atendem aos objetivos de aprendizagem propostos? () Atende completamente () Atende parcialmente () Não atende
Justificativas, comentários ou sugestões:			

Momento 9	Tema: Avaliação da SD e delimitação da ação sociopolítica antirracista		Duração: 40 minutos
Ações didáticas: Resumo das atividades desenvolvidas na sequência didática, avaliação geral e diálogo com os estudantes a partir de suas críticas e sugestões. Delimitação da ação antirracista e orientações para a sua elaboração coletiva, a qual será promovida para toda a comunidade escolar pelos estudantes.			
Propósito de ensino y4: Estimular posicionamento e envolvimento em ações antirracistas	Você considera que as ações didáticas estão de acordo com o propósito de ensino? ☐ Atende completamente ☐ Atende parcialmente ☐ Não atende	Objetivos de aprendizagem P3. Debater e propor sugestões de ações sociopolíticas antirracistas com os colegas; P4. Avaliar as atividades desenvolvidas e colaborar com críticas e sugestões; A4. Engajar-se em debates sobre saúde e raça, e ações antirracismo junto à comunidade escolar;	Você considera que as ações didáticas atendem aos objetivos de aprendizagem propostos? ☐ Atende completamente ☐ Atende parcialmente ☐ Não atende
Justificativas, comentários ou sugestões: 			

Aqui você pode fazer comentários gerais sobre a sequência didática:
--



Caso 1

Uma reportagem na televisão sobre um estudo publicado por uma revista científica estadunidense afirmando que o racismo experienciado por uma pessoa negra, a longo prazo, pode aumentar o risco de hipertensão, deixou Layla bastante intrigada.

Layla é uma jovem mulher negra, filha e neta de mulheres negras, as quais já foram diagnosticadas com hipertensão. A avó de Layla, D. Núbia, há muito tempo faz uso de anti-hipertensivos e constantemente afere a pressão arterial, hábito que pode colaborar na diminuição de riscos de desenvolvimento de outras doenças cardiovasculares. O médico da Unidade de Saúde da Família tem alertado D. Núbia para que oriente as filhas e as netas a sempre que possível aferir a pressão arterial para que se for o caso, a doença seja diagnosticada precocemente. Visto que a mesma, segundo o médico, é hereditária, causada por um fator genético, o que nunca foi colocado em dúvida por D. Núbia, visto que muitas de suas irmãs e sobrinhas também têm hipertensão. Por esta razão, Layla desde cedo foi orientada pela avó a ter cuidados com a saúde e a aferir a pressão arterial regularmente.

Ao assistir a reportagem, Layla se recordou que desde sempre ouviu em campanhas de saúde que “a pressão alta é uma doença mais comum em negros”. A informação de que isso pode ser devido ao racismo fazia mais sentido do que simplesmente ser por uma causa genética, pois ela tinha consciência que as experiências cotidianas de racismo geram estresse e prejuízos à saúde, além de impossibilitar o acesso a uma alimentação saudável e a prática de atividade física. Porém, a realidade de que muitos de seus parentes tinham sido diagnosticados com hipertensão ainda muito jovens, não fazia Layla descartar a hipótese de herdabilidade da doença. Como D. Nubia dizia, “é de família”. Na escola, sua professora de biologia havia dito que tudo que herdamos dos nossos pais e avós estava contido nos nossos genes, e raramente os genes são alterados, só quando ocorrem mutações.

Layla buscava qual a melhor explicação para os casos de hipertensão na família. Se por um fator hereditário ou por conta das experiências de vida as quais estavam ligadas ao racismo. Ela também pensava se as duas causas estavam relacionadas, em que a experiência do racismo sofrido por uma pessoa podia de alguma forma interferir no funcionamento dos genes e isso ser transmitido para as próximas gerações.

Questões orientadoras

1. Quais são os fatores determinantes para o desenvolvimento da hipertensão arterial?
2. De acordo com seus conhecimentos, qual a melhor explicação para a alta frequência de hipertensão na família de Layla? Por fatores genéticos, por conta de fatores socioambientais, ou por ambas as causas?
3. A professora de biologia de Layla afirmou que a herança biológica se dá por meio dos genes e estes só são alterados caso ocorram mutações. O que você entende por herança biológica? Existem formas alternativas de herança além da apresentada pela professora de biologia?
4. A mãe e a avó de Layla têm hipertensão, logo há um fator de risco para que ela também desenvolva a doença. O que Layla pode fazer para evitar que também se torne hipertensa?
5. Na sua opinião, ser saudável é uma escolha? Quais condições fora do controle de Layla podem oferecer obstáculos para que ela tenha cuidados com a sua saúde?
6. Pesquise se há políticas na sua cidade, no seu estado e no país voltadas para o tratamento e prevenção da hipertensão para a população negra, visto a sua maior vulnerabilidade.

Caso 2

Marcelo é estudante do Centro de Educação Profissional em Saúde e no seu curso há uma disciplina chamada Saúde Coletiva. A professora da disciplina, chamada Regina, tem trabalhado com os alunos os princípios doutrinários do SUS. Em uma das aulas, o princípio discutido era o da equidade. Para avaliar o grau de compreensão dos alunos, ela pediu para que eles pensassem em um exemplo e compartilhassem com a turma. Marcelo havia assistido uma palestra sobre o racismo como determinante social de saúde e de acordo com o que ouviu, deu o seguinte exemplo:

Marcelo — Quando se leva em consideração as condições de desigualdade entre negros e brancos na saúde, portanto os recursos destinados e as ações do SUS devem ser diferenciados para cada um desses grupos. Por exemplo, vamos comparar com as cotas raciais nas universidades, elas são importantes pois historicamente os negros não têm acesso à educação...

Antônio — Em relação ao acesso à universidade pode até ser, mas na saúde acho que não é muito aconselhável utilizar esse conceito de raça, acho que se deve levar mais em conta a condição socioeconômica.

Carolina — Não acho que deva ser utilizado nem em um caso nem em outro, porque raça não existe, já foi comprovado pela genética, somos todos iguais. Por isso não deve existir políticas de saúde para negros, porque é uma forma de racismo.

Marcelo — Mas quando os dados epidemiológicos utilizam a raça, o que se vê é que os negros têm mais alguns tipos de doenças do que os brancos, como a hipertensão e o diabetes, e isso pode ser resultado do próprio racismo. Na disciplina de biologia, a professora tem discutido muito sobre a herança epigenética, em que a experiência que os pais sofrem não só contribui para o estado de saúde deles, mas também pode ser um dos fatores que influenciam o estado de saúde dos filhos. Eu entendi que por isso, os negros são mais vulneráveis a algumas doenças.

João — Como a epigenética leva em conta o ambiente, podem ser tomadas medidas por parte do governo para melhoria da qualidade de vida das pessoas, além de ajudar em pesquisas para produção de medicamentos.

Carolina — Já eu vejo a epigenética como mais uma prova de que não se deve diferenciar as pessoas pela cor da pele. No Brasil houve uma intensa miscigenação, certo? Todos nós praticamente temos uma bisavó ou alguém longe na família que é negro, então como herdamos as experiências dos nossos ancestrais, todo mundo é prejudicado de alguma forma. Portanto, acredito que todos devem ser tratados da mesma forma, porque raça só existe uma, a humana.

Luís — Essa diferença nos dados que Marcelo disse, deve ser por conta da forma como essas pessoas escolhem viver, é só elas terem melhores hábitos e cuidarem da saúde. Pelo que eu conheço de epigenética, nossas escolhas de vida dizem muito sobre a nossa saúde e a de nossos filhos.

Antônio — Como os processos de saúde e doença envolvem aspectos biológicos, acredito que diferenciar negros e brancos na predisposição a doenças é uma forma de reforçar diferenças biológicas.

Marcelo — Mas também envolvem aspectos sociais. Inclusive a epigenética busca relacionar bastante as duas dimensões, biológica e social.

A professora Regina não tinha conhecimentos de epigenética para acrescentar nas falas de João, Marcelo e Luís. Compreendendo a importância de discutir racismo na saúde e como forma de ampliar o debate, ela propôs que os estudantes lessem materiais que discutam o racismo como um determinante de saúde e como as diferenças raciais na saúde podem ser explicadas.

Questões orientadoras

1. Por muito tempo as raças humanas foram defendidas como categorias biológicas pela ciência, atualmente entende-se a raça como uma construção social. De que forma a raça como construção social tem impacto na saúde das pessoas racializadas?

2. Você concorda que não é recomendado considerar a raça nas intervenções de saúde? Por que?

3. Carolina afirma que uma política pública de saúde específica para a população negra é uma forma de racismo. Descreva a diferença entre discriminação negativa e discriminação positiva e de acordo com o seu entendimento do que é o racismo e seus impactos na saúde, discuta com seus colegas sua opinião sobre a fala de Carolina.

4. Você concorda com a fala de Carolina, que devido a miscigenação ocorrida no país, epigeneticamente a maioria das pessoas são prejudicados pela herança da escravização? As modificações epigenéticas herdadas se mantêm estáveis mesmo que em ambientes mais favoráveis? Quais outros fatores devemos considerar para analisar a vulnerabilidade em doenças em uma população racializada?

5. A epigenética trouxe o entendimento de que nossos hábitos podem interferir na expressão de nossos genes e a depender do nosso estilo de vida podemos trazer benefícios ou malefícios para nós e para os nossos descendentes. Reflita como essa ideia pode contribuir para culpabilizar indivíduos e isentar as esferas governamentais de suas responsabilidades.

6. O que você entende quando se atribui a um fator biológico a causa de uma característica humana? Qual a relação dos processos biológicos com as condições socioambientais? Na sua concepção, devemos atribuir a condição de saúde da população negra a um fator estritamente biológico?

Caso 3

Marcelo e João estavam bastante interessados pelos conhecimentos que a epigenética trazia e resolveram se empenhar no maior conhecimento dessa abordagem através de várias pesquisas na internet e do compartilhamento de informações entre eles. Eles estavam bastante surpresos de que a ciência já estava bem convencida de que a exposição a toxinas, estresse, o *status* socioeconômico, as experiências de racismo e os estilos de vida dos pais e avós poderiam influenciar a saúde dos filhos e netos.

Marcelo — Essa ideia de que ambientes adequados podem trazer melhorias para saúde das pessoas e das gerações futuras pode ajudar a pensar formas de reivindicarmos uma sociedade mais justa, porque as desigualdades em saúde poderão ser combatidas pela raiz. Acho muito importante encontrarmos um jeito de divulgar sobre a epigenética na nossa escola e nossa comunidade.

João — Também concordo. E acredito que devido ao contexto histórico do nosso país, alguns grupos de pessoas são mais afetadas pelas experiências sofridas por seus antepassados. Como é o caso das populações negra e indígena, que até hoje sofre com os prejuízos da escravização e colonização.

Marcelo — Sim. Vi em um dos textos que li, que os cientistas fizeram vários experimentos com ratos de laboratório e perceberam que ratos que tinham uma alimentação pobre em folato transmitiam danos para os seus descendentes, é como se a herança fosse “intoxicada”, o que eles sugerem que seja possível de acontecer com seres humanos quando expostos a condições adversas.

João — Mas devemos ter cautela quando falamos sobre isso em relação aos seres humanos. Essa ideia de herança danificada pode reforçar preconceitos de que grupos de pessoas que vivem em determinados lugares ou são expostas a condições ambientais prejudiciais além de doentes, são transmissoras de doenças, fazendo com que essas pessoas sejam estigmatizadas.

Marcelo — Não havia pensado nesse risco. Além de que, se toda atenção for dada apenas a forma como a experiência dos pais pode influenciar a saúde dos filhos, pode-se entender que isso é a resposta para tudo e outros fatores que influenciam a saúde durante a vida podem ser ignorados.

João — Também isso poderia reavivar ideias antigas de que pessoas que têm o privilégio de nascerem e viverem em condições favoráveis são melhores por transmitem características mais adequadas. Será que estaríamos incorrendo em ideias eugenistas? E como poderíamos empregar os conhecimentos da epigenética para entendermos melhor as iniquidades na saúde e reivindicamos uma sociedade mais justa?

Os estudantes tinham várias dúvidas a respeito da melhor forma de usar a epigenética para se pensar uma sociedade equânime. Eles entendiam que esses conhecimentos poderiam auxiliar a esfera pública no desenvolvimento de políticas de reparação para grupos sociais que historicamente estão em condição de desvantagem. Mas havia também o risco de estigmatização desses grupos. Pensavam então, formas de utilizar essas informações de maneira assertiva. E vocês, como se posicionariam?

Questões orientadoras

1. O pensamento tipológico racial considera que as raças humanas são naturais e podem ser categorizadas de acordo com características biológicas de que elas são próprias. Na sua opinião as abordagens da epigenética sobre raça e saúde se aproximam do pensamento tipológico racial? Justifique sua resposta.
2. Marcelo ao falar sobre “herança intoxicada”, é alertado por João sobre o risco dessa abordagem ao tratar de seres humanos. Tendo em vista episódios históricos em que medidas de saúde pública intervieram na reprodução de seres humanos, acreditando haver raças superiores e inferiores, discuta porque relacionar herança, raça e saúde pode ser perigoso.
3. A eugenia pode ser caracterizada como práticas e políticas que buscam a melhoria da espécie humana por meio da seleção artificial de indivíduos consideradas desejáveis e a eliminação dos indesejáveis. Como você entende que a epigenética pode promover novas formas de eugenia? Proponha e discuta maneiras como isso pode ser evitado.
4. Você concorda que o entendimento da herança epigenética pode trazer mais benefícios ou malefícios para a sociedade? Cite alguns conhecimentos da epigenética que poderiam contribuir de forma positiva para a promoção da equidade em saúde. Além da epigenética, quais outros conhecimentos podem ser integrados para o alcance desse objetivo?

APÊNDICE C – Segundo Protótipo da Sequência Didática

Objetivos de Aprendizagem		
Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
C1. Entender a proposta da utilização de questões sociocientíficas e da construção de ações sociopolíticas antirracistas; C2. Compreender a relevância da epigenética para informar ações promotoras de bem-estar de forma integrada a fatores ambientais, sociais e culturais; C3. Relacionar formas de herança não genéticas com o conceito de herança biológica; C4. Compreender a saúde como bem-estar biopsicossocial e ambiental e por uma perspectiva coletiva e política; C5. Compreender a raça com um determinante social de saúde; C6. Compreender o conceito de raça como uma construção sócio-histórica e o papel positivo de sua consideração em projetos políticos de reparação social;	P1. Contextualizar dados epidemiológicos de recorte racial ao racismo no contexto brasileiro; P2. Trabalhar em equipe e contribuir com a troca de conhecimentos, discutindo argumentos, contra-argumentos e pontos de consenso acerca das implicações controversas da epigenética; P3. Mobilizar o conceito de raça de forma apropriada para identificar vulnerabilidades em saúde e na defesa de seu uso em políticas públicas de saúde; P4. Avaliar as atividades desenvolvidas e colaborar com críticas e sugestões;	A1. Se posicionar de forma crítica e ética quanto aos valores assumidos para a aplicação dos conhecimentos da epigenética; A2. Valorizar os saberes produzidos pelas lutas antirracistas na consideração de estratégias para se promover equidade em saúde; A3. Defender de forma crítica a utilização do conceito de raça como categoria analítica para compreender as causas das iniquidades raciais na saúde e como ferramenta política para pautar ações afirmativas nas políticas públicas de saúde; A4. Engajar-se em debates sobre raça e saúde, e ações de antirracismo junto à comunidade escolar;

Momento (tempo)	Ações didáticas	Objetivos de ensino	Objetivos de Aprendizagem
1º (80 min)	Por meio da utilização de slides, a aula terá início com a revisão do fluxo básico da informação gênica e apresentação do papel dos mecanismos epigenéticos no seu controle, abordando como os estes geram diferentes fenótipos sem alterar a estrutura do DNA. Para exemplo, será discutido como marcadores epigenéticos ativam ou desativam genes. Em seguida, por meio da estratégia de <i>brainstorm</i>, será questionado aos estudantes o que	Revisar o fluxo básico da expressão gênica e favorecer a compreensão	C1; C4; C5; P3;

	eles consideram necessário para que uma população seja considerada saudável. Com base nas palavras geradas, haverá a problematização da contemplação desigual de diversas dimensões relacionadas à saúde pela população negra. Isso se dará por meio da apresentação de informações advindas da mídia, que relatam as condições de desvantagem da população negra em relação à renda, moradia, saneamento, educação e violência. A partir de uma discussão que correlacione as dimensões da saúde e a epigenética, será apresentada e justificada a temática da sequência didática, explicando seus objetivos, a dinâmica das atividades e a forma de avaliação. Se explicará aos estudantes a proposta de construção de uma ação sociopolítica antirracista sobre “raça e saúde” a ser planejada durante a sequência didática. Se discutirá o que são ações sociopolíticas, como são construídas e a importância de ações antirracistas na escola. A aula será finalizada com a apresentação de exemplos de ações com potencial de serem planejadas em tempo hábil pelos alunos e posteriormente aplicadas na comunidade escolar, a saber, produção de cards para rede social, panfletagem, mural e dramatização. Com base nas opções apresentadas pela professora, os estudantes poderão escolher o formato da ação e iniciar o seu planejamento em equipes. Por fim, se solicitará aos estudantes que pesquisem as doenças mais frequentes na população negra.	dos mecanismos epigenéticos como mediadores da relação entre genótipo, ambiente e fenótipo; Promover a compreensão multidimensional da saúde e como dimensões relacionada à saúde são atravessadas pela experiência do racismo; Apresentar a sequência didática, a importância da construção de ações antirracistas na escola e explorar com os estudantes as possibilidades de ações;	
2º (80 min)	No início da aula os estudantes irão compartilhar os resultados de suas pesquisas sobre as doenças mais comuns na população negra. Será discutido, com base nos conhecimentos dos estudantes, que tipos de herança podem estar envolvidas nessas diferentes doenças. Após isso, será apresentado um esquema de estudos populacionais com gêmeos mostrando diferentes características humanas e em que grau elas são influenciadas pelo ambiente e pelos genes. Das doenças mais frequentes na população negra, se dará ênfase a hipertensão e o diabetes <i>mellitus</i> do tipo II, abordando a característica multifatorial dessas doenças e fechando essa parte da discussão com a apresentação de dados epidemiológicos brasileiros de recorte racial. Em seguida, será explicado brevemente sobre o aparecimento da ideia de raça na biologia e como ela foi refutada pela genética, a fim de discutir como a raça é uma construção social, sua relação com o racismo e com a cor da pele no contexto brasileiro. Para tanto, serão lembradas as desvantagens sociais dos negros apresentadas no momento anterior, dialogando com a ideia de iniquidade racial na saúde. Na segunda parte da aula, com a utilização do texto “<i>As lutas das pessoas negras frente ao racismo e a construção de saberes sobre saúde</i>”, se discutirá com os estudantes o papel do	Discutir com os estudantes o papel dos fatores biológicos e ambientais em diferentes doenças nos seres humanos; Favorecer a compreensão de como o ambiente social influencia a saúde; Explicar a diferença entre os conceitos biológico e social de raça; Promover o reconhecimento da importância do ativismo negro no âmbito da saúde;	C4; C5; C6; P1; A2

	ativismo negro na denúncia de que é o racismo que cria as iniquidades raciais em saúde, na reivindicação e implementação da Política Nacional de Saúde Integral da População Negra (PNSIPN) e sobre a importância das ações afirmativas nas políticas públicas de saúde. Por fim, se solicitará aos estudantes a construção de uma linha do tempo sintética, elencando os pontos mais importantes da trajetória do ativismo negro no âmbito da saúde até a implementação da PNSIPN.		
3º (80 min)	Aula expositiva-dialogada em que serão apresentados os dois tipos de herança epigenética, herança por meio de gametas e herança através da experiência, e a reversibilidade das alterações epigenéticas. Para tanto, serão utilizados como exemplos, a apresentação dos experimentos com ratos de laboratório que demonstram a relação entre a exposição diferencial a nutrientes e cuidado parental com diferentes características nos descendentes. Após isso, será ilustrado como esses padrões de transmissão podem estar relacionados com a saúde humana por meio da apresentação de modelos que atribuem o bem-estar materno, o parto prematuro e menor peso de nascimento ao maior risco de desenvolver doenças na idade adulta. Será realçado que por conta do racismo, as mães negras estão mais vulneráveis ao estresse psicossocial, a má alimentação e a exposição a produtos tóxicos. Na segunda parte da aula, a professora fará um debate com os estudantes a respeito do caso 1: “o médico sempre me disse que era algo genético”, sobre a relação entre racismo, ambiente, características e herança, para sintetizar os conhecimentos abordados na aula e familiarizar os estudantes com a dinâmica da resolução dos casos da QSC.	Explicar os diferentes tipos de herança epigenética transgeracional; Possibilitar que os estudantes articulem o racismo com o bem-estar materno e a saúde dos filhos; Discutir com a turma o caso 1 sobre racismo e saúde e as implicações da epigenética para o entendimento da herança;	C3; C5; C6; A2;
4º (80 min)	No início da aula será retomado o conteúdo da aula anterior, lembrando como o ambiente pode influenciar o desenvolvimento de características, e a relação entre a experiência dos pais e características na prole. Para isso, será usado como recurso o texto “<i>O papel da epigenética na relação entre os efeitos socioambientais do racismo e a saúde</i>”, que será fornecido de antemão aos estudantes e o qual eles também usarão como base para discutir o caso 2. Posteriormente, a turma será dividida em grupos para discussão e resolução do caso 2: “raça só existe uma, a humana”. Os grupos serão acompanhados pela professora, que quando julgar necessário, poderá intervir, orientando a discussão. Ao fim da aula, a discussão será aberta para toda turma, para que os diferentes grupos possam dialogar suas ideias e para que a professora possa tirar dúvidas que tenham ficado em aberto.	Revisar a relação entre racismo, ambiente, epigenética, desenvolvimento e herança; Mediar as discussões dos grupos a respeito do caso 2; Direcionar o debate do caso com toda a turma;	C2; C3; C5; C6; P2; P3; A1; A3

5º (80 min)	Com base no texto “<i>Os cuidados com a utilização da epigenética para interpretar as iniquidades raciais em saúde</i>”, se fará uma discussão quanto aos aspectos éticos relacionados à epigenética, como os riscos de culpabilização e eugenia. Para isso, os estudantes serão organizados em grupo para resolução do caso 3: “Essa ideia de herança danificada pode reforçar preconceitos”. De maneira semelhante a última aula, os grupos serão acompanhados pela professora e posteriormente a discussão será aberta para toda turma. Por fim, haverá uma síntese das atividades desenvolvidas na sequência didática e sua avaliação junto com os estudantes. Posteriormente em um prazo estabelecido, cada grupo entregará seu projeto de ação sociopolítica antirracista e serão incentivados a aplicarem na escola.	Orientar as discussões dos grupos a respeito do caso 3; Finalizar as discussões sobre o caso 3 com toda a turma; Avaliar com os estudantes a sequência didática e incentivar a implementação das ações sociopolíticas antirracistas na escola;	P2; P3; P4; A1; A3; A4
------------------------------	--	---	------------------------------------

Caso 1: “O médico sempre me disse que era algo genético”

Marcelo assistiu a uma reportagem na televisão sobre um estudo publicado por uma revista científica estadunidense afirmando que o racismo que uma pessoa negra passa, a longo prazo, pode aumentar o risco de hipertensão. Ele se recordou das campanhas de saúde que afirmavam que “a pressão alta é uma doença mais comum em negros”. Como Marcelo é um jovem negro, filho e neto de mulheres negras, as quais já foram diagnosticadas com hipertensão, ele estava bastante intrigado.

A avó de Marcelo, Dona Cássia, há muito tempo faz uso de remédios para controlar a pressão alta e constantemente afere a pressão arterial, um hábito que pode ajudar na diminuição de riscos de desenvolvimento de outras doenças cardiovasculares. O médico da Unidade de Saúde da Família (USF), alertava Dona Cássia que a hipertensão era devido a um fator genético e que era importante orientar suas filhas e netos a sempre que possível aferir a pressão arterial, para que se fosse o caso, a doença fosse diagnosticada precocemente.

Dona Cássia: *Marcelo, sua mãe já foi no posto para aferir a pressão esse mês? Lembre a ela do risco genético...*

Marcelo: *Vó, você já ouviu falar que a hipertensão pode ser causada pelo racismo?*

Dona Cássia: *Como assim? O médico sempre me disse que era algo genético, o que faz sentido, pois é algo que está na nossa família, algumas irmãs minhas têm, e até algumas sobrinhas...*

Esse fato apresentado por Dona Cássia, não fazia Marcelo descartar a hipótese de que os casos de hipertensão na sua família se deviam a um fator hereditário. Mas ele também refletia sobre o que estava aprendendo na escola nas aulas de genética. Sua professora de biologia, Sônia, havia explicado que os genes que herdamos dos nossos pais raramente são alterados, exceto em casos de mutações. Mas, no entanto, o ambiente tinha a capacidade de interferir na expressão dos genes e havia a possibilidade de isso ser transmitido para as próximas gerações. Desde então, Marcelo buscava a melhor explicação para os casos de hipertensão na família: se por um fator genético ou por conta das experiências de vida ligadas ao racismo. Com a ideia de que existe uma interação entre genes e ambiente, ele pensava também se a experiência do racismo sofrido por uma pessoa, podia de alguma forma interferir no funcionamento dos genes e isso ser transmitido para as próximas gerações.

Questões orientadoras

1. Vocês concordam com o médico da USF de que a pressão alta é causada por um fator exclusivamente genético? Quais são os fatores que contribuem para o desenvolvimento da hipertensão arterial?
2. Se há uma tendência de transmissão de pais para filhos de fatores que contribuem para o desenvolvimento de hipertensão, necessariamente esses fatores são genéticos?
3. Existe alguma relação entre a experiência dos pais, a experiência semelhante dos descendentes e a herança? Qual?
4. A mãe e a avó de Marcelo têm hipertensão, logo há o risco de que ele também desenvolva a doença. O que Marcelo pode fazer para evitar que também se torne hipertenso?

Caso 2: “raça só existe uma, a humana”

Marcelo estuda no Centro de Educação Profissional em Saúde. No seu curso há uma disciplina que trata das políticas públicas de saúde. A professora da disciplina, chamada Regina, tem trabalhado com os alunos os princípios básicos do SUS. Em uma das aulas, o princípio discutido era o da equidade. Para avaliar o grau de compreensão dos alunos, ela pediu para que eles pensassem em um exemplo e compartilhassem com a turma. Marcelo, que já estava pesquisando e refletindo sobre a relação entre racismo e saúde, se propôs a dar um exemplo, o que gerou um debate entre ele e seus colegas de turma:

Marcelo: *Quando se leva em consideração que há desigualdades entre negros e brancos na saúde. Assim eu acho que os investimentos e os serviços do SUS devem ser diferenciados para cada um desses grupos. Por exemplo, vamos comparar com as cotas raciais nas universidades, elas são importantes pois historicamente os negros não têm acesso à educação...*

Antônio: *Em relação ao direito de entrar na universidade pode até ser. Mas na saúde, acho que não é muito aconselhável diferenciar as pessoas pela raça, acho que se deve levar mais em conta a renda.*

Carolina: *Não acho certo distinguir as pessoas em raças diferentes em nenhuma situação. Porque raça não existe, já foi comprovado pela genética, somos todos iguais. Por isso não deve existir políticas de saúde para negros, porque é uma forma de racismo.*

Marcelo: *Mas quando a gente vê alguns dados de saúde, percebemos que os negros têm mais alguns tipos de doenças do que os brancos, como a hipertensão e o diabetes. Eu vi uma reportagem falando que isso pode ter a ver com o racismo. Na disciplina de biologia, a professora já falou sobre epigenética, que os genes estão interagindo com o ambiente, além de que as experiências dos pais podem influenciar na saúde dos filhos. Eu acho que por isso os negros são mais vulneráveis a algumas doenças.*

João: *Eu concordo com Marcelo, e por meio desses conhecimentos da epigenética, podem ser tomadas medidas por parte do governo para melhoria da qualidade de vida das pessoas, além de ajudar em pesquisas para produção de medicamentos.*

Carolina: *Já eu vejo a epigenética como mais uma prova de que não se deve diferenciar as pessoas pela cor da pele. No Brasil há uma mistura muito grande. Todos nós praticamente temos uma bisavó ou alguém longe na família que é negro. Então como herdamos as experiências dos nossos ancestrais, todo mundo é prejudicado de alguma forma. Portanto, acredito que todos devem ser tratados da mesma forma, porque raça só existe uma, a humana.*

Luís: *Já que o ambiente também é importante, essa diferença nos dados que Marcelo disse, deve ser por conta da forma como essas pessoas escolhem viver. É só elas terem melhores hábitos e cuidarem da saúde. Pelo que eu conheço de epigenética, nossas escolhas de vida dizem muito sobre a nossa saúde e a de nossos filhos.*

Antônio: *Eu ainda continuo achando complicado falar de raça na saúde. Existem fatores biológicos envolvidos com as doenças, então acredito que diferenciar negros e brancos nesses casos, é como dizer que negros e brancos são diferentes biologicamente.*

Marcelo: *Mas a saúde também envolve aspectos sociais. Inclusive a epigenética busca relacionar bastante o biológico e o social.*

Como a professora Regina tinha consciência da necessidade de discutir sobre o racismo na saúde e como forma de ampliar as discussões sobre o tema, no fim da aula, ela propôs que os estudantes lessem diversos materiais que discutiam o racismo como um determinante de saúde e como as diferenças raciais na saúde podem ser explicadas.

Questões orientadoras

1. Você concorda com Antônio e Carolina de que não é recomendado considerar a raça nas intervenções de saúde? Por que?
2. Carolina afirma que uma política pública de saúde específica para a população negra é uma forma de racismo. De acordo com o seu entendimento sobre o racismo, discuta com seus colegas sua opinião sobre a fala de Carolina.
3. Carolina tem razão ao afirmar que por haver no Brasil uma “mistura muito grande” devido à miscigenação ocorrida aqui, todas as pessoas são afetadas pela escravização que ocorreu no passado?
4. As alterações epigenéticas que estão relacionadas com riscos na saúde se mantêm entre as gerações mesmo que em ambientes e experiências mais favoráveis?
5. Para Luís, basta as pessoas mudarem os hábitos que elas terão condições de saúde melhores. Você considera que cabe somente às pessoas essa responsabilidade?

Caso 3: “Essa ideia de herança danificada pode reforçar preconceitos”

Marcelo e João estavam bastante interessados pelos conhecimentos que a epigenética trazia e resolveram se empenhar no maior conhecimento dessa abordagem através de várias pesquisas na internet e do compartilhamento de informações entre eles. Eles estavam bastante surpresos de que a ciência já estava bem convencida de que a exposição a toxinas, o estresse, a renda, as experiências de racismo e os estilos de vida dos pais e avós poderiam influenciar a saúde dos filhos e netos.

Marcelo: *Essa ideia de que ambientes adequados podem trazer melhorias para saúde das pessoas e das gerações futuras pode ajudar a pensar formas de reivindicarmos uma sociedade mais justa, porque as desigualdades em saúde poderão ser combatidas pela raiz. Acho muito importante encontrarmos um jeito de divulgar sobre a epigenética na nossa escola e nossa comunidade.*

João: *Também concordo. E acredito que devido ao contexto histórico do nosso país, alguns grupos de pessoas são mais afetadas pelas experiências sofridas por seus antepassados. Como é o caso das populações negra e indígena, que até hoje sofre com os prejuízos da escravização e colonização.*

Marcelo: *Sim. Vi em um dos textos que li, que os cientistas fizeram vários experimentos com ratos de laboratório e perceberam que ratos que tinham uma alimentação pobre em vitamina B transmitiam danos para os seus descendentes. É como se a herança fosse “intoxicada”, o que eles sugerem que seja possível de acontecer com seres humanos quando expostos a condições adversas.*

João: *Mas devemos ter cautela quando falamos sobre isso em relação aos seres humanos. Essa ideia de herança danificada pode reforçar preconceitos de que grupos de pessoas que vivem em determinados lugares ou são expostas a condições ambientais prejudiciais, além de doentes, são transmissoras de doenças, fazendo com que essas pessoas sejam estigmatizadas.*

Marcelo: *Não havia pensado nesse risco. Além de que, se toda atenção for dada apenas a forma como a experiência dos pais pode influenciar a saúde dos filhos, pode-se entender que isso é a resposta para tudo e outros fatores que influenciam a saúde durante a vida podem ser ignorados.*

João: *Também isso poderia reavivar ideias antigas de que pessoas que têm o privilégio de nascerem e viverem em condições favoráveis são melhores por transmitir características mais adequadas. Será que estaríamos incorrendo em ideias eugenistas? E como poderíamos empregar os conhecimentos da epigenética para entendermos melhor as iniquidades na saúde e reivindicamos uma sociedade mais justa?*

Os estudantes tinham várias dúvidas a respeito da melhor forma de usar a epigenética para se pensar uma sociedade equânime. Eles entendiam que esses conhecimentos poderiam auxiliar a esfera pública no desenvolvimento de políticas de reparação para grupos sociais que historicamente estão em condição de desvantagem. Mas havia também o risco de estigmatização desses grupos. Pensaram então em formas de utilizar essas informações de maneira ética. E vocês, como se posicionariam?

Questões orientadoras

1. O pensamento tipológico racial considera que as raças humanas são naturais e podem ser categorizadas de acordo com características biológicas e comportamentais de que elas são próprias. Na sua opinião as abordagens da epigenética sobre raça e saúde se aproximam desse tipo de pensamento sobre as raças? Justifique sua resposta.
2. Marcelo ao falar sobre “herança danificada”, é alertado por João sobre o risco dessa abordagem ao tratar de seres humanos. Tendo em vista episódios históricos em que medidas de saúde pública intervieram na reprodução de seres humanos, acreditando haver raças superiores e inferiores, discuta porque se deve ter cuidado ao relacionar herança, raça e saúde.
3. A eugenia pode ser caracterizada como práticas e políticas que buscam a melhoria da espécie humana por meio da seleção artificial de indivíduos consideradas desejáveis e a eliminação dos indesejáveis. A epigenética pode promover novas formas de eugenia? Se sim, proponha e discuta maneiras como isso pode ser evitado.
4. Imagine que no futuro você fosse o Ministro ou Ministra da Saúde do Brasil. Você usaria como base conhecimentos da epigenética para sugerir, planejar e implementar ações promotoras da equidade em saúde? Além dos conhecimentos científicos, quais discussões sociais você levaria em conta?

APÊNDICE D – Texto de apoio 1

As lutas das pessoas negras frente ao racismo e a construção de saberes sobre saúde

Os movimentos sociais negros no Brasil podem ser entendidos como os diversos grupos que reúnem negras e negros com o objetivo principal de denunciar e combater o racismo na sociedade brasileira, isto é, são organizações que possuem, como marca, a promoção do antirracismo. Esses movimentos têm um papel importante em educar sobre as questões étnico-raciais, e são os responsáveis pela construção do campo de saberes chamado de “saúde da população negra”. Esse campo de saberes busca explicar como as condições às quais a população negra está submetida, como a pobreza e a discriminação, estão relacionadas com a suas vulnerabilidades em saúde. Além disso, busca propor, no âmbito político e institucional, ações que busquem mitigar os impactos do racismo na saúde da população negra.

Os saberes construídos pelas lutas antirracistas, que damos destaque nesse texto, estão fundamentados em duas grandes pautas dos movimentos sociais negros ao longo de sua história: a primeira, é a da desconstrução da ideia de raça biológica e o empenho em promover o entendimento de que a raça consiste em uma construção social, com impactos reais nas pessoas racializadas; e a segunda, são os esforços para que uma atenção especial seja dada a saúde das pessoas negras, tendo em vista a compreensão ampliada da saúde, a qual envolve várias condições que não somente a ausência de doenças. Essa compreensão da saúde surge das lutas sociais no Brasil, quando a saúde ainda não era um direito garantido por lei. Discutiremos seu conceito em breve nesse texto.

As pautas em torno da relação entre saúde e raça começam a aparecer ainda na década de 1970, em plena ditadura militar, período em que também surge o Movimento Negro Unificado (MNU). Mas elas começam a ganhar maior visibilidade a partir da década de 1980, devido às ações de **feministas negras**, que começaram a denunciar a existência no Brasil de uma política de controle de natalidade das pessoas negras, evidenciado pela esterilização massiva de mulheres negras que ocorria naquele período. Na compreensão dessas ativistas feministas, esse projeto de esterilização fazia parte da histórica política de extermínio da população negra iniciada desde o pós-abolição.

Com a ocupação de ativistas negras e negros nos espaços acadêmicos, esses passaram a se empenhar em investigações que demonstravam que na população negra havia uma maior predominância de doenças quando comparada a população de brancos, como, por exemplo, a anemia falciforme, hipertensão e o diabetes. Outro fato que foi denunciado pelos movimentos sociais negros, de que havia uma desigualdade racial em saúde, foi o da grande taxa de mortalidade materna de mulheres negras. O ativismo negro desde então se utiliza de dados estatísticos como recurso para denunciar o racismo na saúde. Ao usar essa estratégia, no entanto, os movimentos sociais negros não apresentam apenas os números pelos números, mas contextualizam os dados estatísticos a toda dinâmica social que confere lugares e vivências desiguais com base na raça.

Ao longo dessa trajetória de lutas, podemos destacar o trabalho de **Fátima Oliveira**, uma médica negra que buscava se contrapor ao discurso do fatalismo genético, discurso esse que preconizava que apenas os genes eram necessários e suficientes para determinar a saúde. Essa lógica era bastante utilizada por aqueles que não podiam negar os fatos apresentados pelos dados, mas que, ao se recusarem a reconhecer a existência do racismo, atribuíam as diferenças de saúde entre as raças a fatores exclusivamente genéticos. Fátima, por meio dos seus



Fátima Oliveira
Fonte: Jornal Folha de S. Paulo

conhecimentos de genética e de seu compromisso político com o direito à saúde, foi uma das responsáveis por organizar, no meio acadêmico e na sociedade em geral, discussões que pautaram a importância de se considerar não apenas as predisposições biológicas dos indivíduos, mas também o racismo, entendido como um fator determinante de desvantagens sociais que têm influência nos resultados de saúde, adoecimento e morte das pessoas negras.



Fonte: Página do Conselho Nacional de Saúde

É no final da década de 1980 que acontece a **8ª Conferência Nacional de Saúde**, evento muito importante na história da saúde pública no Brasil. Contou com a participação de diversos movimentos sociais, entre eles os antirracistas, envolvidos com o Movimento pela Reforma Sanitária, que buscava o acesso democrático à

saúde por todos os cidadãos brasileiros. A partir dessa conferência, além de serem encaminhadas as diretrizes para a criação do que viria a ser o **Sistema Único de Saúde (SUS)**, é também apresentado o conceito ampliado de saúde, o qual propõe que, para que uma população seja saudável ou não, deve se considerar a ocorrência de doenças, mas não só isso, se deve analisar diversos fatores, como uma boa alimentação, moradia, a qualidade do meio ambiente, emprego, renda, lazer e o acesso aos serviços médicos. Desde então, os movimentos sociais negros começaram a pautar suas reivindicações sobre a saúde da população negra a partir desse conceito ampliado. Isso possibilitou uma melhor compreensão dos múltiplos fatores que estão relacionados com o racismo, como a fome, menor renda, menos oportunidade de emprego e moradias precárias, que juntos contribuem para o comprometimento do bem-estar das pessoas negras.

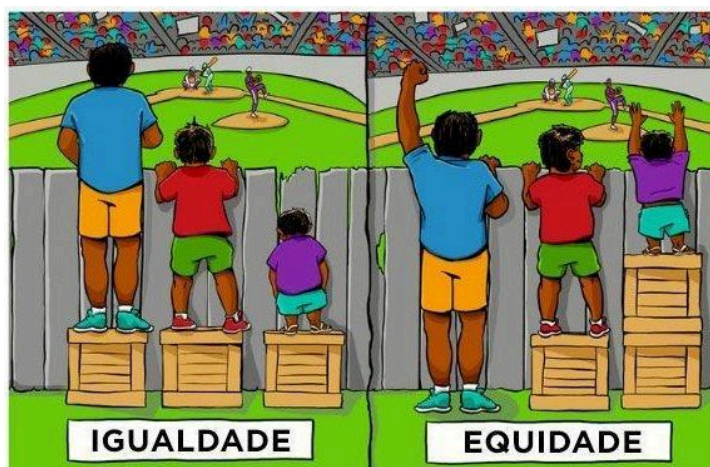
Em 1995, outro evento marcante, foi a **Marcha Zumbi Contra o Racismo, pela Cidadania e pela Vida**, ocasião na qual os coletivos negros entregaram ao então presidente da república, Fernando Henrique Cardoso, um documento com dados coletados sobre os altos índices de mortalidade materna e infantil, hipertensão, anemia falciforme e AIDS na população negra. Nesse contexto, ainda eram poucos os dados, no âmbito estatal, de saúde que informavam a raça. Ou seja, se não fosse o empenho dos ativistas negros em investigar essa questão em suas pesquisas, sejam elas voluntárias junto às organizações sociais ou nas universidades, e produzir conhecimento, o Estado brasileiro, por si só, não o faria devido a sua negligência até então com as questões étnico-raciais. Então, como resultado dessas reivindicações, ainda nos anos 1990, o quesito raça/cor foi incorporado nos sistemas de informação pública de saúde, uma medida que é importante para identificar iniquidades em saúde, seus determinantes e para propor medidas que diminuam as desigualdades.



Ativistas negros brasileiros também tiveram uma expressiva representatividade na **III Conferência Mundial de Combate ao Racismo, Discriminação Racial, Xenofobia e Formas Conexas de Intolerância**, realizada em Durban, África do Sul, no ano de 2001. Esses ativistas levaram para essa conferência diversas demandas de caráter afirmativo, inclusive para a saúde. O Estado brasileiro, que assumiu um compromisso para com o plano de ação da

conferência, a partir disso, começou a levar a questão étnico-racial para o âmbito da institucionalização de políticas públicas afirmativas.

Nessa época, intensificaram-se os debates sobre se, no contexto brasileiro, a implementação de políticas afirmativas eram legítimas. Dessa vez, a genética aparecia bastante nas discussões, devido aos estudos de ancestralidade, que mostravam que a população brasileira era miscigenada. Novamente, os movimentos negros tiveram que se posicionar, argumentando, com base em fatos, que a raça no Brasil nada tinha a ver com ancestralidade genética, e sim com a cor da pele. Assim, em meio a essas controvérsias, esses movimentos mantiveram sua posição, apoiados nos conhecimentos que já vinham sendo construídos, de que vários determinantes sociais de saúde, como a discriminação, desigualdade econômica e moradia, todos são representados pela vivência da raça. Portanto, para que houvesse equidade, seria necessário a criação de medidas compensatórias, visto a destituição histórica de direitos à qual os negros foram submetidos.



Com esse objetivo, por meio da parceria com lideranças políticas e pressão junto as autoridades governamentais, os movimentos sociais negros conseguiram uma representação no Conselho Nacional de Saúde nos anos 2000. A presença desses ativistas negros nesse espaço contribuiu para que fosse aprovada e implementada a **Política Nacional de Saúde Integral da População Negra (PNSIPN)** no ano de 2009. A política tem por objetivo ser uma medida compensatória para a população negra, buscando a equidade na promoção da saúde e na prevenção de doenças, com destaque para aquelas com maior prevalência entre os negros, como a anemia falciforme, hipertensão e o diabetes. Foi uma conquista muito importante, porém essa política ainda precisa ser implementada de uma maneira mais eficaz e ser otimizada para que se promova de forma concreta, na sociedade brasileira, a tão sonhada equidade em saúde entre os diferentes grupos raciais que a constituem.

Vemos aqui que, frente às condições de opressão, as pessoas negras construíram estratégias de resistência e de enfrentamento ao que estava posto. É necessário reconhecer que é devido a esse protagonismo, ao denunciar o racismo como o grande responsável por criar as desigualdades sociais marcantes entre negros e brancos, que se produziram saberes não só para o campo das questões étnico-raciais, mas que também contribuíram para uma melhor compreensão da saúde de uma maneira geral.

Jailson Nael de Jesus Santos

Mariângela Cerqueira Almeida

Claudia Sepulveda

Para saber mais

CARNEIRO, Sueli. **Dispositivo de racialidade:** a construção do outro como não ser como fundamento do ser. Rio de Janeiro: Zahar, 2023.

FERREIRA, Junara Nascentes. **Promoção da igualdade racial em saúde:** a constituição de uma política de saúde para a população negra. 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Sociologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

GOMES, Nilma Lino. **O movimento negro educador.** Saberes construídos na luta por emancipação. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

APÊNDICE E – Texto de apoio 2

O papel da epigenética na relação entre os efeitos socioambientais do racismo e a saúde

Diabetes, hipertensão, obesidade e câncer atualmente são as doenças que mais acometem a população de todo o mundo e são as principais causas das mortes. Conhecidas como doenças crônicas, elas são reconhecidas como um dos maiores problemas de saúde pública. Ainda que sejam frequentes em populações de todo mundo, ao que parece, alguns grupos de pessoas possuem maiores riscos de desenvolvê-las. Por exemplo, segundo o Ministério da Saúde do Brasil, as pessoas negras possuem uma maior vulnerabilidade em ter diabetes do tipo 2 e hipertensão do que as pessoas brancas. As mulheres negras chegam a ter até 50% de chance a mais de ter diabetes do que as mulheres brancas. Mas quais seriam as razões para a maior frequência dessas doenças na população negra?

Sabemos que as causas dessas doenças são muitas, por isso podemos denominá-las de multifatoriais. Envolvem as características biológicas de cada pessoa em particular e a forma como ela vive, incluindo o tipo de alimento que ela tem disponível para consumir, ao tipo de trabalho que exerce, se dispõe de oportunidades para praticar exercício físico e de recursos para lazer, descanso e bem viver. É importante que, quando estivermos analisando essas condições que contribuem para o desenvolvimento das doenças, consideremos que esses fatores estão relacionados à forma como a sociedade historicamente foi formada e organizada, gerando desigualdades de acesso a direitos e benefícios para grupos específicos, em especial a grupos racializados, como as populações negras, que foram sequestradas de seus lugares de origem e trazidas como mercadorias à serviço da escravização, e os povos indígenas, que até hoje sofrem com a expropriação de suas terras, a exploração dos recursos naturais e com a discriminação e exclusão social. Por esta razão, pessoas pertencentes a esses grupos tendem a estar em ambientes e experienciar situações que não são benéficas para a saúde.

No Brasil, a existência do racismo está relacionada com a escravização de pessoas negras que ocorreu aqui por mais de trezentos anos. Desde então, esse sistema de opressão tem negado oportunidades e direitos básicos, cujo acúmulo ao longo da história criou uma associação entre ser negro e estar em uma posição social inferior. O reflexo disso é que, em geral, as pessoas negras estão concentradas nas periferias urbanas, são mais expostas à poluição, possuem uma

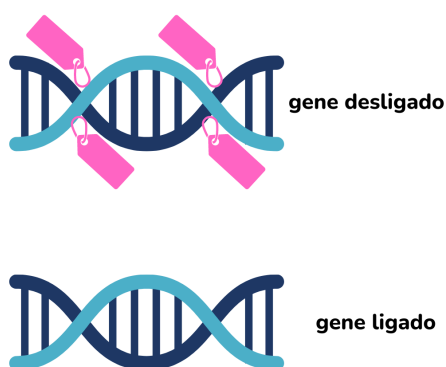
menor renda, baixa escolaridade, têm dificuldade de acessar os serviços médicos e são as principais vítimas da violência.

Os impactos dessas condições socioambientais ao bem-estar são diversos. Por exemplo, o alto nível de estresse e a vulnerabilidade emocional durante a vida, devido às experiências de discriminação, bem como a necessidade de estar sempre em estado de alerta e pronto para se defender de uma agressão racista, pode afetar a saúde mental de pessoas negras, além disso, é capaz de produzir hormônios do estresse no corpo de forma exagerada que, com um tempo, pode levar a pessoa a ter doenças cardiovasculares, como a pressão alta.

Em relação à nutrição, os alimentos industrializados que são ricos em sódio, gorduras saturadas e açúcar, como enlatados, embutidos e bebidas açucaradas, são mais acessíveis devido ao preço baixo e pela facilidade de encontrá-los, principalmente em localidades onde não há o fornecimento contínuo de frutas e hortaliças. Por isso, alimentos ultraprocessados são mais consumidos por pessoas com menos recursos. Em decorrência disso, o alto consumo de tais alimentos contribui para o risco de colesterol alto, obesidade e diabetes nessas pessoas.

Dessa forma, as experiências vividas, tais como jornadas de trabalho exaustivas, carência de transporte de qualidade e a insegurança social que gera estados de tensão, possuem a capacidade de ter efeitos no funcionamento do corpo e afetar a saúde. Como o nosso corpo é formado por células, alterações no ambiente das células como resposta a mudanças no ambiente externo, podem influenciar a forma como os genes funcionam. No caso dos tipos de doenças que estamos discutindo, é importante enfatizar que não existe um gene para a pressão alta ou um gene para o diabetes. Do contrário, vários genes estão envolvidos na manifestação dessas condições e a forma como eles funcionam depende da influência dos fatores ambientais. De maneira simplificada, um fenótipo irá depender da relação do genótipo com o ambiente.

Porém, essa interação é complexa e bastante dinâmica. Para que os fatores ambientais



possam interferir no fenótipo, eles precisam de alguma forma controlar como o genótipo será expresso, e isso é mediado pelos mecanismos epigenéticos. Entre esses mecanismos, podemos citar os que adicionam etiquetas químicas à molécula do DNA. A presença ou a ausência dessas etiquetas podem indicar para a maquinaria celular que um genótipo seja expresso em um maior ou menor grau, o que quer dizer que elas servem como

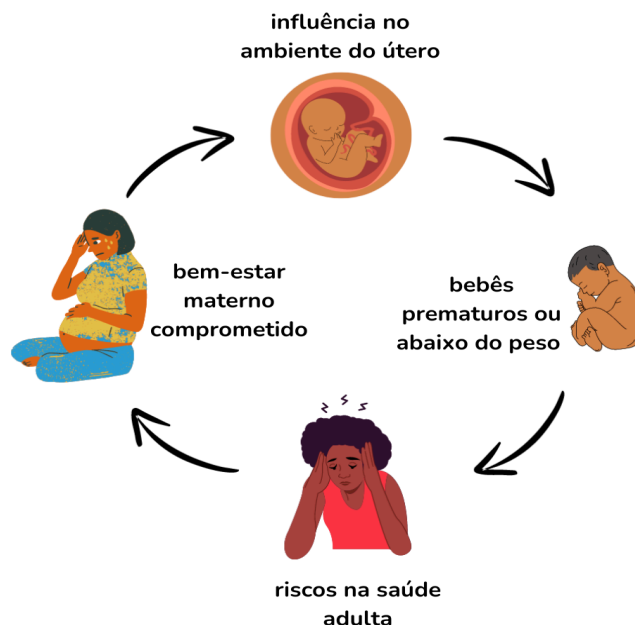
interruptores, que ligam ou desligam os genes. E esse padrão de atividade dos genes pode ser transmitido para as células filhas. No entanto, essas etiquetas não modificam a estrutura do DNA, além de que podem ser removidas ou recolocadas dependendo das influências ambientais.

Por isso, se entende que os genes por si só não determinarão as características que uma pessoa terá durante a vida, mas a exposição da pessoa aos fatores ambientais terá um papel muito importante no desenvolvimento dessas características, ao interagirem com os genes.

Em relação à saúde, é preciso atentar que isso vai além do que decidimos escolher como o melhor ou mais saudável para nós. Todo o ambiente à nossa volta está influenciando nossos genes, desde o momento em que somos concebidos até nossa morte, seja pela qualidade da água e alimentos que temos disponível, do ar que respiramos, das condições de saneamento do bairro que moramos, dos patógenos e produtos tóxicos a que somos expostos, das interações sociais que vivenciamos, da qualidade da educação que recebemos que influencia em nossas decisões e dos desafios que enfrentamos cotidianamente.

Esses efeitos do ambiente na saúde podem ter consequências ao longo das gerações, o que quer dizer que podem ser transmitidos dos pais para os filhos e os netos. Isso pode ser bem compreendido, quando consideramos que o bem-estar da mãe durante a gravidez é fundamental para a futura saúde do bebê. O crescimento de bebês no ambiente dentro do útero é influenciado pelas respostas que o corpo da mãe tem frente ao ambiente e às situações que ela vive. Por exemplo, mulheres grávidas que estão em condições de estresse, que não se alimentam de forma adequada ou que já possuem doenças têm maiores chances de terem bebês prematuros ou com um peso que não é o ideal.

Já os bebês que nascem prematuros ou com um peso abaixo do esperado tendem a ter um maior risco de, quando adultos, desenvolverem doenças como as cardiovasculares e o diabetes. Isso acontece porque os genes das células do corpo do bebê já estão sendo influenciados pelo ambiente desde a barriga da mãe. Além disso, a vida precoce dentro do ambiente do útero é considerada um momento de extrema relevância, pois é lá que são estabelecidos os padrões para a forma como os genes irão funcionar nas diferentes células dos diversos tecidos e órgãos que compõem o corpo humano.



Uma observação relevante sobre a influência que o ambiente que a mãe nasceu, cresceu e vive tem na gravidez e nascimento dos seus filhos foi feita nos Estados Unidos, país que, semelhante ao Brasil, também tem o racismo como base das relações sociais. Lá, as mulheres negras estadunidenses têm mais chances de terem filhos com peso abaixo do ideal do que as mulheres negras de países africanos. Já as mulheres negras de países africanos, quando migram para os Estados Unidos, o peso de nascimento dos seus filhos não é muito diferente do das mães brancas estadunidenses. Porém com o tempo e o passar das gerações, a tendência é de que as filhas e netas dessas imigrantes africanas nos EUA tenham filhos com o peso abaixo do esperado. O que isso mostra é que esses resultados desfavoráveis no nascimento não dizem respeito às mães serem negras, mas sim às experiências que essas mães são condicionadas, por serem negras, em ambientes de contínuo estresse, como os racistas.

Além de levarmos em conta o papel das experiências de vida da mãe no nascimento e saúde dos filhos, não devemos esquecer que os bebês nascerão no mesmo ambiente que os pais vivem e assim poderão passar por experiências semelhantes às deles, sendo isso mais um risco somado para que tenham condições de saúde parecidas com as dos pais. Por exemplo, como o racismo continua a existir, as crianças negras estarão suscetíveis a sofrerem os mesmos estresses psicossociais em contextos de vigilância e controle permanente que seus pais negros.

No entanto, a saúde dos pais e as condições adversas vividas ainda na barriga da mãe não significam uma sentença definitiva para que a pessoa desenvolva doenças. A prevalência do risco elevado de desenvolver doenças deve-se também à persistência das condições socioambientais

adversas criadas pelo racismo, como pobreza, insegurança social, violência, contaminações e desproteção. Mas há a possibilidade de que isso seja revertido se forem oferecidas condições necessárias para uma vida mais saudável, como o acesso a medidas promotoras de saúde e preventivas de doença, apoio psicossocial, medicamentos, uma alimentação adequada, acompanhamento pré-natal e parto e puerpério dignos.

Com base no que foi discutido aqui nesse texto, podemos refletir sobre as razões da maior frequência de algumas doenças nas pessoas negras. A melhor forma de compreendê-las, portanto, não é as atribuindo a uma única causa, mas considerar que existem interações complexas entre diversos fatores: genéticos, ambientais e epigenéticos. E o mais importante é de que, ao analisar esses fatores, não esquecer de reconhecer que o racismo existe, e é justamente ele que cria ambientes e experiências desfavoráveis que amplificam a vulnerabilidade ao adoecimento das pessoas negras.

Jailson Nael de Jesus Santos

Mariângela Cerqueira Almeida

Claudia Sepulveda

Para saber mais

FRANCIS, R. C. **Epigenética**: como a ciência está revolucionando o que sabemos sobre hereditariedade. Rio de Janeiro, Editora Zahar, 2015.

GRAVLEE, C. How race becomes biology: embodiment of social inequality. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 139, p. 47-57, 2009.

KUZAWA, C. W.; SWEET, E. Epigenetics and the embodiment of race: developmental origins of US racial disparities in cardiovascular health. **American Journal of Human Biology: The office Journal of the Human Biology Association**, v. 21, n. 1, p. 2-15, 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Política Nacional de Saúde Integral da População Negra**: uma política do SUS. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_saude_populacao_negra_3d.pdf

APÊNDICE F – Texto de apoio 3

Os cuidados com a utilização da epigenética para interpretar as iniquidades raciais em saúde

A epigenética é o campo de estudos que busca compreender as complexas interações entre os fatores ambientais e os genes no desenvolvimento e herança de características. No que tange a saúde dos seres humanos, tem sido proposto que os bons hábitos, como a busca por uma alimentação equilibrada e a prática de atividade física, podem contribuir para uma vida mais saudável e diminuir os riscos de doenças nos filhos. Entende-se dessa forma que todas as condições e experiências que vivenciamos ao longo da vida estão interagindo com nossos genes e influenciando as nossas características.

Por meio da aplicação dos conhecimentos da epigenética na saúde, tem se compreendido que o maior risco de desenvolvimento de doenças crônicas, como a hipertensão e o diabetes, em diferentes populações, está mais relacionado com os tipos de experiências compartilhadas por aquele grupo do que com uma possível origem genética. Em relação a populações identificadas pela raça, no Brasil, os índices epidemiológicos apontam que a população negra apresenta uma maior frequência dessas doenças citadas, em relação à população de brancos. No cenário brasileiro, quando se fala de raça, não há uma relação com a origem genética, mas sim com a cor da pele. Esse parâmetro de identificação racial foi construído dentro de todo o nosso contexto histórico e possui um significado presente no imaginário social, de modo que a sociedade reconhece, pela aparência, quem é negro e quem não é.

Tendo isso em vista, já que raça não tem a ver com genética e o ambiente tem a capacidade de influenciar nossas características, podemos pensar, então, que as pessoas negras, como uma população, apresentam maior vulnerabilidade em desenvolver determinadas doenças por conta dos ambientes e vivências experienciados, que são em alguma medida semelhantes, por conta da realidade social da raça. Esse pensamento possui algumas implicações, destacamos duas delas, as quais devemos ter cautela e pensar de forma crítica.

O primeiro problema que pode surgir vem do fato de que a sociedade preserva uma memória de estereótipos racistas, mas ao mesmo tempo tem a concepção delirante de que vive em um país com relações raciais harmoniosas e com igualdade de direitos e oportunidades.

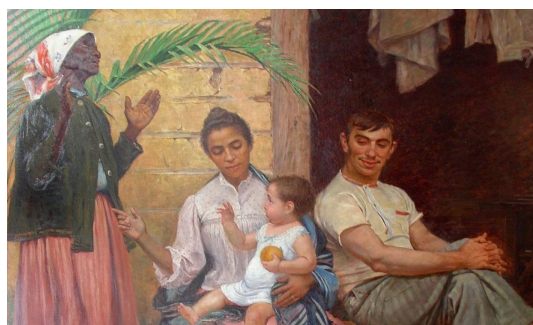
Sendo assim, isso dá margem para a interpretação de que as pessoas negras seriam as próprias culpadas pelas condições de saúde que vivem, porque, devido ao estilo e comportamento que é próprio do grupo a que pertencem, não fazem as escolhas corretas e, portanto, devem ser responsabilizadas. As abordagens de saúde centradas nas escolhas individuais de hábitos de vida, desconsiderando todo o contexto histórico, social e ambiental, reforçam tais estereótipos.

A segunda questão exige uma análise mais profunda. Nós nos damos conta da sua problemática quando revisamos o passado e percebemos que, durante a história da humanidade, a ideia de raça já foi pensada e interpretada de diversas maneiras, já estando relacionada, inclusive, ao entendimento de que são diferentes ambientes que fazem diferentes raças e as tornam realidades naturais. Assim, por mais que a visão da epigenética sobre a influência do ambiente no desenvolvimento de características seja entusiasmante, devemos estar atentos e ter cuidado quando estamos falando de raça, pois a mesma pode ser usada com diferentes intenções, favoráveis ou danosas, a depender da forma como é interpretada e das intenções de quem a utiliza.

Podemos perceber isso ainda no século passado, em que se acreditava que grupos de pessoas que estavam sob a influência de condições ambientais consideradas “benéficas” formavam uma raça superior por terem características entendidas como interessantes. E grupos de seres humanos que viviam em ambientes ditos “prejudiciais”, ao serem “intoxicados”, formavam uma raça inferior por terem características inconvenientes, como doenças e comportamentos inadequados.

A invenção dessa hierarquia entre raças é a base para o pensamento eugênico, que se fundamentava tanto nas leis da hereditariedade, quanto no reconhecimento da relevância dos ambientes de onde determinados grupos provinham e viviam. A eugenia adquiriu diversos formatos, mas, de maneira geral, ela é uma teoria que influenciou políticas em vários países do mundo que visavam à “melhoria” ou à “purificação” de populações humanas por meio da eliminação de grupos de pessoas com características consideradas indesejáveis.

Isso ocorreu, por exemplo, por meio da segregação racial, da proibição de casamentos entre pessoas de raças diferentes, da prática de esterilização forçada, e até mesmo por meio do extermínio direto de grupos étnicos. No Brasil, por exemplo, houve um empenho político de branquear



a população, através do incentivo à imigração europeia, enquanto os negros eram destituídos do direito ao trabalho e às terras. Isso porque acreditavam que a presença de negros era um atraso para a sociedade e se esperava que com um tempo eles desapareceriam. Outro caso emblemático e trágico é o Holocausto, em que milhões de judeus foram assassinados durante o regime nazista na II Guerra Mundial.

A partir dos meados do século passado, com a descoberta do DNA e a genética ganhando destaque, começou-se a deixar de lado as influências do ambiente e os genes começaram a ser protagonistas nas explicações das doenças, comportamentos e até das desigualdades sociais. Atualmente, sabemos que essa centralidade dada aos genes é equivocada, porém o que podemos perceber a partir das problemáticas apresentadas é que, mesmo considerando que há uma influência do ambiente no corpo, o alvo da atenção principal pode deixar de ser o ambiente como causa e pode acabar sendo o corpo. Para ficar mais fácil de entender, isso quer dizer que atualmente, no caso das interpretações sobre as diferenças raciais em saúde pela epigenética, a realidade do racismo pode ainda ser negligenciada, de modo que ao invés do mesmo ser combatido, as pessoas racializadas podem passar a ser culpabilizadas, estigmatizadas e excluídas. Portanto, se não tomarmos cuidado ao abordar esse assunto e não estivermos atentos às características das opressões sociais e como elas se atualizam, a epigenética pode estimular interpretações racistas e até mesmo eugenistas, porque ela trata de temas presentes nas teorias eugênicas, como influências ambientais, prejuízos, herança desses prejuízos e intervenções nos indivíduos prejudicados.

Pode parecer exagerado pensar que hoje isso seria possível, dadas as lições advindas das consequências do nosso passado desastroso, assim, desde sempre, somos alertados sobre os perigos da eugenia. Porém, além das crenças, estereótipos e preconceitos que permanecem entranhados no imaginário coletivo, sempre houve e ainda há pessoas declaradamente racistas e supremacistas, que buscam razões, inclusive no que é produzido pela ciência, para continuar promovendo discursos e atitudes que buscam inferiorizar e estigmatizar grupos sociais minorizados.

Vemos assim que ter em mente que existe uma complexa interação entre fatores genéticos e ambientais no desenvolvimento de características não é suficiente para nos desvencilharmos das lógicas de marginalização que estiveram presentes em toda a construção dos conhecimentos acerca da hereditariedade. Por outro lado, quando identificamos as condições socioambientais como efeitos de raízes de opressão, explicitando a existência do racismo e usando a raça de forma positiva, de modo a denunciar as desigualdades e injustiças geradas pelo

racismo, como é feito pelos movimentos sociais negros, podemos reivindicar mudanças, como nas políticas públicas, que busquem minimizar seus impactos. Dessa forma, ao aplicarmos esses conhecimentos científicos da epigenética para entender questões raciais, devemos ser sempre orientados por um compromisso antirracista, para que assim possamos propor mudanças benéficas na sociedade que vivemos como um todo. Do contrário, esses conhecimentos podem também ser apropriados por sujeitos mal-intencionados para dar novas roupagens a formas de opressões.

Jailson Nael de Jesus Santos

Mariângela Cerqueira Almeida

Claudia Sepulveda

Para saber mais

ELSA, Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto. **Boletim do dia da Consciência Negra**. 20 de novembro de 2023. <http://elsabrasil.org/boletim-do-dia-da-consciencia-negra/> Acesso em: 10 de julho de 2024.

MELONI, M. If we're not careful, epigenetics may bring back eugenic thinking. **The conversation**, 2016. <https://theconversation.com/if-were-not-careful-epigenetics-may-bring-back-eugenic-thinking-56169>

WADE, P. Raça: natureza e cultura na ciência e na sociedade. In: HITA, M.G (org.). **Raça, racismo e genética: em debates científicos e controvérsias sociais**. Salvador: EDUFBA, 2017. p.47-80.