

A BIOLOGIA DA COR DA PELE E O COMBATE AO RACISMO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: BASES CIENTÍFICAS E REFLEXÕES PARA UMA EDUCAÇÃO ANTIRRACISTA

THE BIOLOGY OF SKIN COLOR AND THE FIGHT AGAINST RACISM IN SCIENCE EDUCATION: SCIENTIFIC FOUNDATIONS AND REFLECTIONS FOR AN ANTIRACIST EDUCATION

LA BIOLOGÍA DEL COLOR DE LA PIEL Y LA LUCHA CONTRA EL RACISMO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS Y REFLEXIONES PARA UNA EDUCACIÓN ANTIRRACISTA

*Luany Lazara Melo de Oliveira*¹, *José Eduardo Baroneza*², *Hilton Pereira da Silva*³,
*Silviene Fabiana de Oliveira*⁴

Resumo

Na educação básica brasileira, os materiais didáticos voltados ao ensino da biologia da pigmentação da pele humana ainda se baseiam, em grande medida, em concepções simplificadas e desatualizadas, insuficientes para explicar a complexidade biológica e a diversidade de tonalidades cutâneas humanas. Este ensaio, direcionado a professores de Biologia, tem como objetivo sistematizar conhecimentos atuais sobre os principais fatores envolvidos na determinação da cor da pele, incluindo processos bioquímicos da melanogênese, o pH dos melanosomos, a radiação ultravioleta, aspectos nutricionais e determinantes genéticos. Para além da dimensão biológica, o texto articula esses fundamentos científicos a reflexões de natureza social e educacional, favorecendo uma abordagem crítica e contextualizada do tema. Busca-se, assim, contribuir para práticas pedagógicas que superem visões biologicamente reducionistas, promovendo um ensino de Biologia comprometido com a valorização da diversidade humana e com a promoção de uma educação científica antirracista.

Palavras-chave: Pigmentação da pele, Diversidade humana, Educação antirracista, Ensino de Biologia e eugenia

Abstract

In Brazilian basic education, teaching materials addressing the biology of human skin pigmentation are still largely based on simplified and outdated conceptions, which are insufficient to explain the biological complexity and the wide diversity of human skin tones. This essay, intended for Biology teachers, seeks to systematize current knowledge on the main factors involved in the determination of skin color, including the biochemical processes of melanogenesis, melanosome pH, ultraviolet radiation, nutritional aspects, and genetic determinants. Beyond the biological dimension, the article articulates these scientific foundations with social and educational reflections, fostering a critical and contextualized approach to the topic. Thus, it aims to contribute to pedagogical practices that overcome biologically reductionist perspectives, promoting Biology teaching committed to valuing human diversity and promoting antiracist science education.

Key-words: Skin pigmentation, Human diversity, Antiracist education, Biology education, Eugenics

¹ Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia – Profbio, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, DF, Brasil. E-mail: luanymelooli@gmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia – Profbio, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, DF, Brasil. E-mail: jbaroneza@gmail.com

³ Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares (CEAM/UnB) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, DF, Brasil. E-mail: hilton.silva@unb.br

⁴ Departamento de Genética e Morfologia, Instituto de Ciências Biológicas - Universidade de Brasília -UnB, Brasília, DF, Brasil, E-mail: silviene.de.oliveira@gmail.com

Resumen

En la educación básica brasileña, los materiales didácticos orientados a la enseñanza de la biología de la pigmentación de la piel humana aún se basan, en gran medida, en concepciones simplificadas y desactualizadas, insuficientes para explicar la complejidad biológica y la diversidad de tonalidades cutáneas humanas. Este ensayo, dirigido a docentes de Biología, tiene como objetivo sistematizar conocimientos actuales sobre los principales factores involucrados en la determinación del color de la piel, incluyendo los procesos bioquímicos de la melanogénesis, el pH de los melanosomas, la radiación ultravioleta, aspectos nutricionales y determinantes genéticos. Más allá de la dimensión biológica, el texto articula estos fundamentos científicos con reflexiones de carácter social y educativo, favoreciendo un abordaje crítico y contextualizado del tema. De este modo, se busca contribuir a prácticas pedagógicas que superen visiones biológicamente reduccionistas, promoviendo una enseñanza de la Biología comprometida con la valorización de la diversidad humana y con la promoción de una educación científica antirracista.

Palabras clave: Pigmentación de la piel, Diversidad humana, Educación antirracista, Enseñanza de Biología, Eugenesia

Desenvolvimento

Da construção histórica do racismo à educação científica antirracista

O Brasil foi historicamente constituído a partir de um processo colonial marcado por intensas violências contra as populações negras e indígenas. A escravização de africanos e a subjugação dos povos originários sustentaram a formação de uma sociedade profundamente desigual, onde os privilégios eram reservados a uma elite predominantemente branca. Mesmo após a abolição da escravatura, em 1888, a marginalização de pessoas negras e indígenas persistiu, com seu acesso à educação, cultura e políticas públicas sistematicamente negado. Esse contexto histórico contribuiu para a consolidação de um racismo estrutural que, até os dias atuais, impacta a vida e as oportunidades dessas populações (Almeida, 2018, Bersani, 2018).

Ao longo da história, diversas ideologias foram responsáveis por sustentar e legitimar práticas racistas, sendo a eugenia uma das mais influentes. Fundamentada em interpretações distorcidas da seleção natural e da hereditariedade, a eugenia, utilizava uma roupagem científica para defender a hierarquização de seres humanos com base em características fenotípicas. Dentre essas ideias, destacava-se a crença de que pessoas negras possuíam capacidades intelectuais inferiores às das pessoas brancas, argumento utilizado para justificar a exclusão social e a negação de direitos (Mai; Angerami, 2006).

Apesar dos avanços legais e sociais, como o Estatuto da Igualdade Racial (Lei nº 12.288, de 20 de julho de 2010), a Política Nacional de Saúde Integral da População Negra (Portaria MS nº 992, de 13 de maio de 2009) e das Leis 10.639/2003 e 11.645/2008, que estabelecem as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana e Indígena no sistema de educação escolar brasileiro em todos os seus níveis, o preconceito baseado na cor da pele ainda se manifesta de diversas maneiras, reforçando desigualdades históricas, com impacto direto na saúde e na qualidade de vida das pessoas (Brasil, 2011). Por outro lado, o conhecimento científico acumulado ao longo das últimas décadas tem contribuído para

DOI: 10.46667/renbio.v19in1.2103

desconstruir essas concepções. Estudos em genética de populações revelam que não há diferenças genéticas significativas que justifiquem a categorização da espécie humana em subespécies ou raças (Machado, 2022). Todos os seres humanos compartilham um ancestral comum, e as variações fenotípicas, como a cor da pele, são resultado da adaptação a diferentes níveis de radiação ultravioleta, sendo a África o berço da humanidade (Mai; Angerami, 2006; Silva, 2006).

Assim como todos os outros aspectos da anatomia, a abordagem da cor da pele no ensino de biologia deve se basear em evidências científicas atualizadas, desvinculadas de ideologias discriminatórias. A compreensão dos mecanismos bioquímicos da pigmentação, como a síntese de melanina, a função dos melanossomos, a influência do pH, da exposição solar, dos fatores genéticos, do estilo de vida e da cultura, é essencial para uma leitura crítica do significado de “raças” humanas na atualidade. Ao compreender que a diversidade da cor da pele é resultado de múltiplas variáveis biológicas e ambientais, de nosso processo de adaptação biocultural, os estudantes podem desenvolver uma visão mais inclusiva e respeitosa das diferenças humanas (Pena; Birchal, 2006).

A educação antirracista objetiva contribuir para construção da cidadania plena para todos e a promoção de relações étnico-raciais éticas na sociedade (Verrangia; Gonçalves e Silva, 2010). Embora os documentos curriculares nacionais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as Leis 10639/2003 e 11.645/2008, prevejam uma educação pautada na promoção da igualdade racial, os recursos didáticos ainda apresentam falhas significativas. A legislação orienta que a “educação das relações étnico-raciais” trata de processos que norteiam interações do contato social, inclusive no processo de ensino-aprendizagem e nas relações cotidianas, na perspectiva da construção de uma sociedade, justa, igual e equânime (Verrangia, 2014). No caso do ensino de biologia, muitos materiais tratam a herança da cor da pele por meio de modelos mendelianos simplificados e, por vezes, eugenistas, desconsiderando a complexidade dos fatores envolvidos na pigmentação cutânea. Tal abordagem impede a construção de uma compreensão crítica por parte dos alunos e compromete os objetivos de uma educação antirracista, conforme previsto nas diretrizes educacionais nacionais (Brasil, 2018; Paula; Araújo, 2021).

Neste contexto, considerando que todos os componentes curriculares têm papel fundamental na promoção de relações sociais éticas na sociedade, o presente ensaio tem como objetivo contribuir para o enfrentamento do racismo e da discriminação étnico-racial no âmbito do ensino de biologia. A partir de uma discussão sobre a biologia da cor da pele e a legislação vigente referente à educação para as relações étnico-raciais, busca-se oferecer subsídios teóricos e científicos para a formação docente, com ênfase na biologia da pele humana e na atuação dos genes envolvidos na melanogênese. Adicionalmente, abordam-se a influência da eugenia no ensino da variabilidade humana, a relevância da evolução humana e o papel do estilo de vida na determinação da pigmentação, bem como a necessidade de contextualizar esses conhecimentos no enfrentamento do racismo. Dessa forma, pretende-se favorecer a construção de práticas pedagógicas comprometidas com a justiça social, o reconhecimento da diversidade, o acolhimento das individualidades e o enfrentamento do racismo estrutural no Brasil.

A pele humana: bases morfológicas da diversidade fenotípica

A pele é o maior órgão do corpo humano e é composta por diversos tipos celulares, os quais influenciam suas características morfológicas e fisiológicas. Entre as principais funções da pele destacam-se o papel imunológico, atuando como uma barreira contra agentes invasores, e a biossíntese de moléculas importantes para o organismo, como a vitamina D (Ciol; Castro, 2019).

Do ponto de vista morfológico, a pele é composta por duas camadas teciduais distintas: uma mais superficial, denominada epiderme, e outra mais profunda, denominada derme. No desenvolvimento pré-natal, a epiderme se origina como uma fina camada do ectoderma superficial, enquanto a derme se origina do mesênquima. Ao final do quinto mês de desenvolvimento, tanto a epiderme quanto a derme apresentam características morfológicas tais quais são observadas na vida adulta (Dermitzakis et al., 2024).

A epiderme é constituída por tecido epitelial estratificado pavimentoso queratinizado, sendo avascular e, por isso, depende da vascularização da derme para suprimento de nutrientes e oxigênio. Este tecido é constituído por diferentes tipos celulares organizados em quatro ou cinco estratos de células poliédricas e justapostas, variando de acordo com a espessura da pele (Ciol; Castro, 2019).

A epiderme é constantemente renovada, processo mantido pela atividade proliferativa de células-tronco localizadas no estrato basal, em conjunto com a descamação progressiva das células superficiais. Como estrutura mais externa do tegumento humano, a epiderme atua como uma barreira de proteção contra partículas e microrganismos potencialmente nocivos presentes da superfície do corpo (Pawlina; Ross, 2021).

A Tabela 1 apresenta os cinco estratos que compõem a epiderme da pele espessa, bem como suas principais características, encontrada nas palmas das mãos e nas plantas dos pés. Na pele fina, o estrato lúcido está ausente.

Tabela 1 – Estratos epidérmicos e suas principais características

Estrato	Características
Basal	Também denominado estrato germinativo, é constituído por células colunares com grande capacidade de diferenciação e elevada taxa proliferativa, responsáveis pela renovação contínua da epiderme por mitose.
Espinhoso	Formado por células cúbicas, com alta capacidade de diferenciação e com prolongamentos citoplasmáticos intercelulares, unidas por numerosos desmossomos.
Granular	Constituída por células achatadas que apresentam abundantes grânulos de queratohialina.
Lúcido	Presente exclusivamente na pele espessa e glabra, é constituído por camadas de células queratinizadas.
Córneo	Composto por diversas camadas de células mortas queratinizadas em constante processo de renovação.

Fonte: Adaptado de Ciol; Castro (2019)

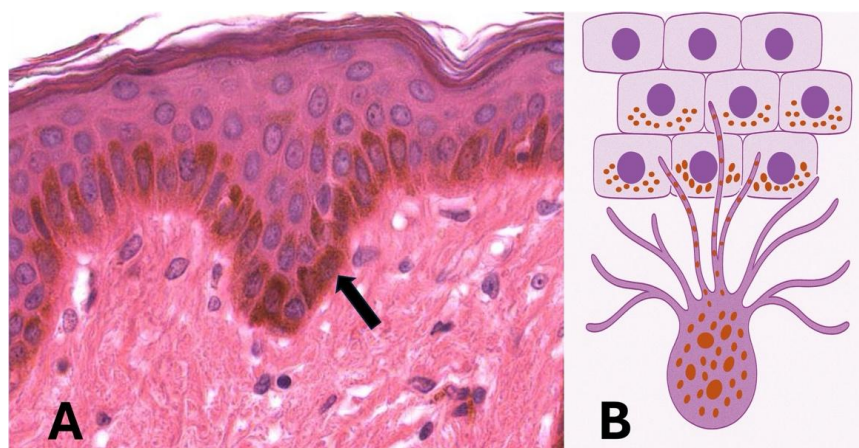
DOI: 10.46667/renbio.v19in1.2103

A queratina é uma das proteínas do citoesqueleto intracelular, pertencente ao grupo dos filamentos intermediários, e é sintetizada pelos queratinócitos, que correspondem a aproximadamente 85% da epiderme. Além dos queratinócitos, a epiderme também abriga células não queratinizadas, como os melanócitos (cerca de 5%), as células de Merkel (entre 6 a 10%) e as células de Langerhans (de 2 a 5%) (Khavkin; Ellis, 2011).

Os melanócitos são encontrados na camada basal da epiderme, na raiz e matriz dos folículos capilares e nas glândulas sebáceas e sudoríparas (Khavkin; Ellis, 2011). Eles são células com corpo celular arredondado e longos prolongamentos, que se estendem entre os queratinócitos. Os melanócitos produzem o pigmento melanina a partir da oxidação da tirosina e o transferem para os queratinócitos, desempenhando um papel fundamental na pigmentação da pele. A melanina atua como um escudo protetor contra os efeitos nocivos da radiação ultravioleta não ionizada (Pawlina; Ross, 2021).

A transferência da melanina do melanócito para o queratinócito ocorre predominantemente por “doação de pigmento”, processo no qual os queratinócitos fagocitam segmentos dos prolongamentos melanocíticos ricos em melanossomos. No interior dos queratinócitos, esse pigmento é degradado por um processo autofágico, que ocorre mais lentamente em pessoas de pele escura e mais rapidamente em pessoas de pele clara, contribuindo para as diferentes tonalidades cutâneas (Pawlina; Ross, 2021). A Figura 1 mostra uma secção de pele fina humana com indicação da posição dos melanócitos na camada basal da epiderme e um esquema que mostra a transferência de melanina dos melanócitos para os queratinócitos.

Figura 1 – Localização de melanócitos e interação com queratinócitos na epiderme. A. Fotomicrografia de pele fina humana.



Coloração: Hematoxilina e Eosina, no qual núcleos aparecem em tonalidade violeta, enquanto o citosol e as proteínas da matriz extracelular destacam-se em tons róseos. A melanina é um pigmento natural com coloração amarronzada. Aumento: 400X. A seta indica um melanócito. B. Ilustração da forma do melanócito, com corpo globoso e prolongamentos que transferem a melanina contida nos melanossomos para os queratinócitos.

Fonte: os autores (2026).

Em relação à morfogênese, os melanócitos originam-se do neuroepitélio das cristas neurais. Durante os três primeiros meses do período embrionário, as células precursoras dos

DOI: 10.46667/renbio.v19in1.2103

melanócitos migram e invadem a epiderme, onde se fixam e estabelecem íntima associação com os queratinócitos. Em humanos, cada melanócito interage com um grupo de 4 a 40 queratinócitos, independentemente da cor da pele. Essa proporção pode ser modulada por fatores como exposição solar e envelhecimento (Sadler, 2016).

Nos adultos, as células-tronco indiferenciadas de melanócitos permanecem nos folículos pilosos. Sua diferenciação é regulada pela expressão do gene Pax3, que ativa a expressão do fator de transcrição MITF (*Microphthalmia-associated Transcription Factor* - fator de transcrição associado à microftalmia), o principal regulador transcricional da melanogênese, o qual também atua nas células da retina e na formação óssea, entre outros (Pawlina & Ross, 2021; Lang et al., 2005).

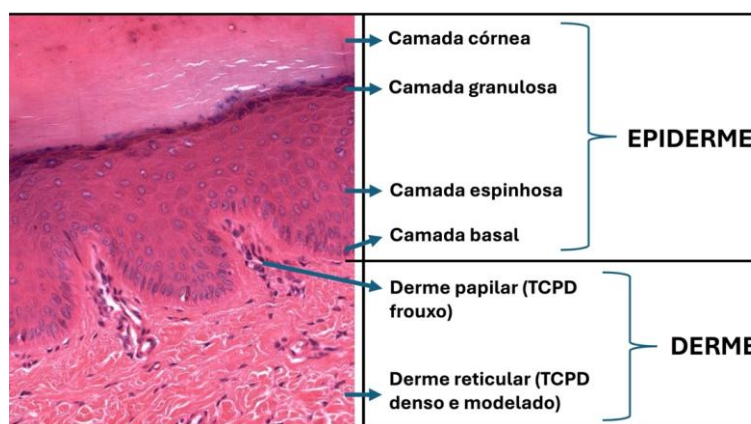
Nesse tecido também estão presentes as células de Merkel, localizadas na camada basal da epiderme. Elas estabelecem conexões com os queratinócitos por meio de desmossomos e possuem prolongamentos que se associam a terminações nervosas sensitivas. Essa conexão permite a captação e transmissão de estímulos táteis ao sistema nervoso, sendo, portanto, essenciais para a percepção do tato (Abrahamsohn, 2023).

As células de Langerhans, por sua vez, encontram-se predominantemente na camada espinhosa da epiderme. Elas desempenham um papel fundamental na resposta imune, atuando como células apresentadoras de antígenos. Após fagocitar substâncias estranhas, essas células processam os antígenos e os apresentam aos linfócitos T, células do sistema imune adaptativo, desencadeando sua eliminação. Dessa forma, as células de Langerhans integram o sistema imunológico cutâneo (Abrahamsohn, 2023).

A derme é a camada mais profunda do tegumento humano, responsável por fornecer suporte estrutural, nutrientes e oxigênio à epiderme. Trata-se de um tecido ricamente vascularizado e innervado, composto por tecido conjuntivo propriamente dito, que varia de frouxo na porção mais superficial a denso não modelado nas regiões mais profundas. Ela abriga células fixas, como fibroblastos, fibrócitos, mastócitos e macrófagos, além de células transitórias, como leucócitos, que migram dos vasos sanguíneos em resposta a processos infecciosos. A derme é caracterizada por uma abundante matriz extracelular composta por uma rede complexa de fibras colágenas, elásticas e reticulares, que conferem ao tecido resistência, firmeza e elasticidade (Pawlina; Ross, 2021).

A Figura 2 mostra uma secção histológica de pele espessa humana, com destaque para a epiderme, muito celularizada, e para a derme, menos celularizada e rica em matriz extracelular.

Figura 2 – Fotomicrografia de pele espessa humana. Coloração: Hematoxilina e Eosina, na qual núcleos aparecem em tonalidade violeta, enquanto o citosol e as proteínas da matriz extracelular destacam-se em tons róseos. Aumento: 400X. São evidenciadas as camadas da epiderme e da derme.
TCPD – Tecido Conjuntivo Propriamente Dito



Fonte: os autores (2025).

Fatores intrínsecos que afetam a cor da pele

A pele é um dos tecidos mais estudados por possuir várias propriedades e funções essenciais para a homeostasia do organismo humano. Dentre as funções está a fotoproteção e a termorregulação, que são determinadas principalmente pela abundância de pigmentos de melanina, aliado às suas propriedades químicas e físicas. A melanina está diretamente relacionada à coloração da pele das pessoas e tem o papel de preservar o DNA celular contra a agressão da radiação ultravioleta proveniente do sol. Para além da sua função fotoprotetora, a cor da pele é também um importante fator de beleza externa, de influência social e econômica na sociedade e até de diferenciação sexual (Carratto, 2021; Frost, 2023).

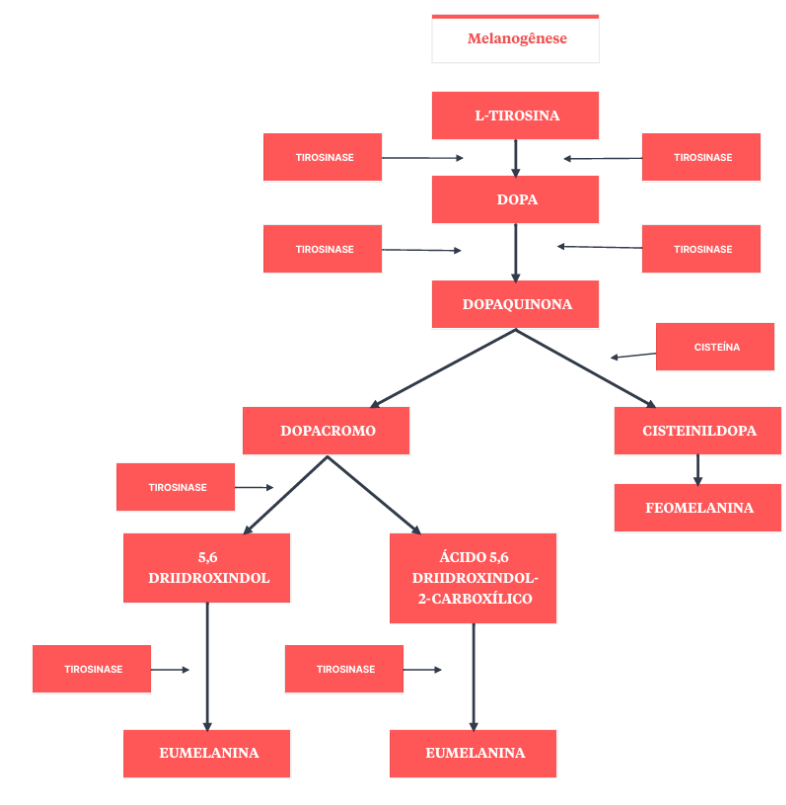
A complexidade da pele envolve muitos aspectos, não só a sua coloração, mas também a sua espessura, e sua textura em diferentes partes do corpo, de acordo com necessidades funcionais específicas. Por exemplo, a pálpebra e a sobrancelha estão localizadas muito próximas, mas a pele da pálpebra é macia, fina e tem pelos finos em contraste com a sobrancelha, que apresenta pele grossa e pelos grossos (Arda; Göksügür; Tüzün, 2014). Isso já é uma pequena demonstração dos diferentes aspectos que compõem o desenvolvimento da pele. Sabe-se que a genética da cor da pele é uma herança complexa, sendo determinada por aspectos celulares e pela influência ambiental que determinam os diferentes fenótipos presentes nos seres humanos (Stelling; Krapas, 2007; Zhou et al., 2021).

A melanina, um biopolímero macromolecular, é produzida nos melanócitos, mais especificamente, dentro de organelas denominadas de melanossomos. O processo de produção de melanina é controlado por diversos genes e por diferentes vias de sinalização. A molécula precursora para a síntese de melanina é o aminoácido tirosina, que ao ser oxidado é convertido em moléculas intermediárias, podendo seguir duas vias diferentes: uma para a produção de eumelanina e a outra para a produção de feomelanina. Eumelanina e feomelanina

DOI: 10.46667/renbio.v19in1.2103

são tipos de melanina existentes na espécie humana e em diversos outros animais, sendo a eumelanina um pigmento mais escuro (no espectro de marrom a preto) e a feomelanina um pigmento mais claro (no espectro de vermelho a amarelo) (Lima, 2020). A Figura 3 apresenta um resumo do processo de melanogênese.

Figura 3 – Representação do processo de melanogênese, iniciando na oxidação da tirosina até a formação de eumelanina e feomelanina. Esse processo ocorre dentro dos melanossomos, organelas citoplasmáticas dos melanócitos



Fonte: Adaptado de Boranga et. al. (2021).

Observa-se que a biossíntese dos diversos tipos de melanina inicia do mesmo ponto de partida: a oxidação da tirosina ou da molécula 3,4 diidroxifenilalanina (DOPA) a partir da catálise da reação oxidativa por uma enzima tirosinase (TYR), formando a dopaquinona. A partir desse ponto, a melanogênese diverge na produção de eumelanina e feomelanina (Pavan; Sturm, 2019).

Na formação de feomelanina, é necessário que haja cisteína disponível, que ao ser acoplada a molécula de dopaquinona, é transformada em cisteinildopa, que é convertida em alanil-hidroxi-benzotiazina que se polimeriza e forma a feomelanina. Já na ausência de cisteína, há uma adição intramolecular que transforma a dopaquinona em dopacromo. Este último pode seguir por duas vias: se decompõe espontaneamente em 5,6-diidroxindol (DHI)

DOI: 10.46667/renbio.v19in1.2103

ou sofre a ação da enzima dopacromia tautomerase (DCT) para produzir ácido 5,6-dihidroxiindol-2-carboxílico (DHICA). Na via de produção do DHI, é formada a eumelanina de coloração mais clara, enquanto a via do DHICA produz uma eumelanina mais escura (Pavan; Sturm, 2019).

Estima-se que existam mais de 650 genes envolvidos em fenótipos relacionados à pigmentação da pele humana, sendo esta uma das características de herança complexa mais investigada (Pavan; Sturm, 2019; Jablonski, 2021). Muito do conhecimento que se tem hoje acerca da pigmentação da cor da pele veio dos estudos de mutações em 19 genes que estão envolvidos com a hipopigmentação da pele, cabelos e olhos, estando muito relacionados ao albinismo humano. Dentre eles, há um grupo de sete genes conhecidos como “albinismo oculocutâneo” (OCA), que são genes principais no processo de melanogênese e que explicam parcialmente a variação da cor da pele. Esses genes receberam esse nome, pois, determinados alelos desse grupo de genes estão diretamente relacionados a quadros de albinismo (Marçon; Maia, 2019).

Além dos genes relacionados ao albinismo, há outros genes importantes, como o MC1R, que produz um receptor de membrana. Determinados alelos desse gene estão diretamente relacionados a diminuição da atividade do produto do gene e, como consequência, a fenótipos como a presença de cabelos ruivos, pele clara e sardas. Um estudo com o sequenciamento de partes de gene em dois esqueletos de Neandertais relevou uma variante nova, não descrita nos humanos modernos. Análise funcional (*in silico*) da proteína codificada por esse alelo indicou que os indivíduos em análise potencialmente teriam alteração na cor de cabelo e pele (Lalueza-Fox, 2007). Outros alelos estão relacionados a variação na cor da pele, olhos e cabelo (Rees, 2020).

Diversos outros genes apresentam um papel relevante na variabilidade da cor da pele, olhos e cabelos. Dentre eles podemos citar: i. MITF: diretamente relacionado com a regulação do crescimento dos melanócitos, já comentado anteriormente; ii. IRF4: exerce papel importante na proteção contra a radiação ultravioleta, estimulando a sobrevivência, o crescimento e a pigmentação das células melanocíticas; iii. BNC2: diretamente relacionado com a saturação da cor da pele e pode levar ao desenvolvimento de sardas; iv. TPCN2: um regulador do pH dos melanossomos e v. KIT: determinados alelos levam ao piebaldismo (Juzeniene et al., 2012; Jacobs, 2015; Liu et al., 2024):

Sendo assim, podemos entender que a grande variação de tons de pele que conhecemos na espécie humana é uma característica de herança complexa, também tratada em vários livros e artigos científicos como herança multifatorial. Isso é, é um tipo de característica que depende da ação de vários genes que levam a produção da melanina, a concentração de íons H^+ no meio intracelular (pH), as vias de sinalização, os genes inibidores dessas vias, além de regulação epigenéticas (como a metilação do DNA) que podem alterar a biossíntese de melanina (Zhou et al., 2021).

Fatores extrínsecos que afetam a cor da pele

Sabe-se que a radiação solar tem inúmeros benefícios para a existência da vida na Terra, pois ela é a fonte primária de energia disponibilizada para os seres vivos. Essa energia é essencial para a manutenção dos níveis tróficos nos ecossistemas e para a manutenção da temperatura, já que a maioria dos organismos necessita de uma quantidade de calor ideal para sobreviver. Ademais, a radiação solar também faz parte da biossíntese da vitamina D, essencial para o desenvolvimento do ser humano desde seu crescimento embrionário até a manutenção dos ossos, da imunidade e no controle da fertilidade (Ferreira, 2019; Jablonski; Chaplin, 2017).

Contudo, a radiação solar pode ser um fator de risco para a saúde humana, pois ela pode desencadear diversos problemas como a fotodegradação do folato e a interação direta com o material genético. A radiação emitida pelo sol é a radiação ultravioleta, que pode ser classificada em UV-A, UV-B e UV-C. Os raios UV-A penetram na pele de forma mais intensa e degradam as proteínas do colágeno, que conferem firmeza a estrutura celular que compõe esse tecido, sendo responsáveis pela aceleração do aparecimento de rugas e das linhas de expressão. Os raios UV-B, essenciais para a biossíntese de vitamina D, podem provocar queimaduras e mutações na molécula de DNA, o que pode levar ao aparecimento de cânceres de pele. Já os raios UV-C são bloqueados pela camada de ozônio na atmosfera terrestre e não causam danos, ou seja, há que se preocupar com a absorção solar excessiva de raios UVA e UVB pelo tegumento humano (Souza; Fischer; Souza, 2004).

Existem diferentes formas de se proteger contra a radiação solar, podendo ser através da aplicação tópica de protetores solares, pela ingestão de alimentos com efeitos antioxidantes, assim como pelo uso de vestimentas/acessórios que façam a proteção mecânica da pele. Apesar de se conhecer essa necessidade, é comum a exposição solar com objetivos estéticos, estimulando o bronzeamento, que tem o mesmo potencial nocivo que a exposição solar involuntária (Oliveira, 2011).

Qualquer tipo de exposição excessiva ao sol é prejudicial, principalmente se for nos horários não recomendados e sem a devida proteção. Ademais, estudos mostram que essa prática é ainda mais danosa para os mais jovens e em pessoas com tipo de pele com tonalidades mais claras. Cada tipo de pele apresenta uma reação distinta como resposta à radiação solar, sendo que as tonalidades mais claras apresentam formação de eritemas (vermelhidão na pele) de forma mais grave (Dallazem, 2017; Visconti et al., 2018).

Outrossim, a pele clara apresenta menor capacidade de bronzeamento e as pessoas que possuem esse fenótipo são mais propensas a desenvolver diferentes tipos de câncer de pele, como o melanoma, o carcinoma basocelular e o carcinoma espinocelular. Já as tonalidades mais escuras, são menos sensíveis a radiação solar, pois apresentam uma maior proporção de eumelanina e esse pigmento auxilia na proteção da pele e do núcleo das células que a compõe (Dallazem, 2017; Visconti et. al., 2018). Com base na resposta da pele à exposição ao sol, Fitzpatrick, em 1998, propôs uma classificação dos seres humanos em seis fototipos (Tabela 2):

Tabela 2 – Classificação dos fototipos segundo a escala de Fitzpatrick (1998), com base na resposta da pele à exposição solar

FOTOTIPO	RESPOSTA DA PELE PÓS-EXPOSIÇÃO SOLAR
I	Apresenta queimaduras, mas nunca bronzeia.
II	Queima com facilidade, porém o bronzeamento é mínimo.
III	Queima e bronzeia de forma moderada.
IV	Queima pouco e bronzeia com facilidade.
V	Raramente queima, bronzeia significativamente.
VI	Praticamente não queima, bronzeia com intensidade.

Fonte: Adaptado de Dallazem (2017).

A escala de Fitzpatrick é utilizada para descrever os diferentes tipos de pele e auxilia diversos profissionais, como dermatologistas e esteticistas, na orientação individual para os cuidados com a pele. Esse tipo de orientação é essencial, pois o bronzeamento nada mais é que uma resposta de estresse oxidativo da célula após a exposição ao sol, que ao tentar diminuir os danos causados pela radiação, estimula os melanossomos a produzirem maior quantidade de melanina e a migrar para as proximidades do núcleo celular, com a finalidade de manter o material genético. O aumento da pigmentação tegumentar é consequência de uma maior produção de eumelanina, enquanto a descamação é uma forma do organismo eliminar possíveis células danificadas (Santos, 2010; Dallazem, 2017). Essa mesma escala tem sido utilizada na pesquisa dos genes envolvidos na definição da cor da pele, pois há grande dificuldade na associação entre fenótipos e genótipos. Com isso, para facilitar os estudos, a diversidade é simplificada para seis grupos de cor de pele.

Evolução humana e a diversidade da cor da pele

Os fenótipos visuais sempre foram fatores de grande relevância para os seres vivos, um exemplo disso é a forma como os pavões atraem as fêmeas para o acasalamento ou quando um camaleão consegue se camuflar para se proteger de predadores. Na espécie humana, as características físicas foram supervalorizadas ao longo da história, gerando grandes impactos na sociedade, sendo que dentre essas características podemos destacar a cor da pele. Há uma grande variedade de tons de pele na espécie humana e podemos entender essa diversificação de tonalidades pelo estudo da evolução humana (Meyer, 2017; Teixeira; Silva, 2017).

Estudos em áreas como a paleontologia, arqueologia e antropologia apontam o Continente Africano como berço da humanidade, ou seja, o local onde os ancestrais dos seres humanos se diferenciaram, se adaptaram a novos ambientes e originaram a nossa espécie, *Homo sapiens*. Esse fato é sustentado por inúmeras evidências científicas. Dados arqueológicos, como os achados fósseis e artefatos de homínídeos, fornecem suporte para essa

teoria, assim como estudos genéticos, em particular, o que ficou conhecido como a origem da Eva mitocondrial (Juzeniene, et al.; 2009; Neves et al., 2015).

O ancestral que deu origem a espécie humana tinha hábitos de vida e características físicas possivelmente parecidas com as dos chimpanzés, o primata geneticamente mais próximos de nós na atualidade. Esses animais apresentam grande quantidade de pelos que auxiliam na proteção do corpo e da pele, além disso, vivem a maior parte do tempo buscando alimentos em árvores. Conforme ocorreram mudanças de temperatura na Terra, como o avanço do deserto do Saara, os hábitos alimentares do ancestral da espécie humana foram se diferenciando, a espécie começou a explorar mais o ambiente terrestre e, eventualmente, buscar alimentos através da caça (Juzeniene et. al.; 2009; Neves et al., 2015).

Com essa mudança no nicho ecológico da espécie, é provável que tenha ocorrido favorecimento de determinados fenótipos em detrimento de outros, em decorrência de fatores ambientais, como o calor e a necessidade de adaptação a diferentes latitudes. Exemplo potencial disso seria a diminuição dos pelos corpóreos e o desenvolvimento das glândulas sudoríparas. A perda de pelos e a presença de glândulas sudoríparas auxiliam na manutenção da homeostase, mantendo a temperatura corporal mais estável, o que, potencialmente, teve um impacto na adaptação e na capacidade reprodutiva dos ancestrais humanos, possivelmente começando com o *Homo erectus* (Paim, 2013; Jablonski; Chaplin, 2017).

Entretanto, a perda de pelos corporais apresentava uma desvantagem: a pele era a única barreira de proteção externa do corpo, dessa forma, o organismo estaria mais exposto a radiação solar e a invasão de agentes causadores de doenças. Sendo assim, a cor da pele foi um importante fator atuando na seleção dos ancestrais humanos que por volta de 2 milhões de anos atrás começaram a deixar a África. No continente africano, indivíduos com coloração da pele mais escura apresentavam maior proteção do tegumento e estes, provavelmente, estariam mais bem adaptados a viver até a fase reprodutiva e deixar um maior número de descendentes (Paim, 2013; Jablonski; Chaplin, 2017).

Ao longo dos anos, diversas teorias foram postuladas para explicar o motivo pelo qual a cor da pele é influenciada pela seleção natural. Essas abordagens buscam compreender tanto os benefícios adaptativos associados à pele escura quanto o surgimento posterior das diversas tonalidades de pele clara. Dentre as explicações para os indivíduos com pele escura serem mais aptos a deixar descendentes nas regiões com maior intensidade de radiação solar, temos: fator de proteção contra câncer de pele, proteção contra doenças causadas por parasitas e bactérias tropicais, e proteção contra a fotodegradação do folato (Jablonski; Chaplin, 2017).

As hipóteses acerca do câncer de pele e da proteção contra doenças tropicais adquiridas já foram refutadas. De fato, uma das principais causas do câncer de pele, é a exposição da molécula de DNA a radiações ultravioletas (RUV), porém, em geral o câncer de pele não impede que o indivíduo chegue na fase reprodutiva, ou seja, não prejudicaria o sucesso reprodutivo da espécie. Já a hipótese contra doenças tropicais adquiridas não se sustentou, pelo fato de que outros primatas apresentam partes do corpo com menor quantidade

de pelos e não dependem da atuação da melanina na defesa do organismo (Jablonski; Chaplin, 2017).

Nesse contexto, a hipótese atualmente com maior aceitação para explicar a pressão da seleção natural que favoreceu a cor da pele escura, é a da proteção da fotodegradação do folato. Sabe-se que o folato exerce papéis fundamentais no organismo, sendo importantíssimo para as células que estão em divisões muito rápidas, na formação do tubo neural, na fertilidade dos machos e no reparo de danos causados a molécula de DNA. Dessa maneira, é um fator que interfere diretamente no sucesso reprodutivo, o que teria beneficiado os indivíduos de pele escura a deixarem um maior número de descendentes nos trópicos do que os indivíduos de pele mais clara (Jablonski; Chaplin, 2017).

Por outro lado, à medida que indivíduos da espécie humana emigraram da África, estes passaram a estar expostos a uma intensidade menor de raios ultravioletas enquanto se distanciavam dos trópicos em direção aos polos. Com relação a reprodução desses indivíduos, e a relação disso com a cor da pele, há uma proposta bem sustentada de que indivíduos com pele escura teriam uma produção de vitamina D deficitária em relação aos indivíduos com pele clara. A deficiência dessa vitamina leva a uma série de disfunções no organismo, como problemas ósseos e raquitismo, comprometendo o desenvolvimento dos indivíduos e o seu sucesso reprodutivo (Juzeniene et. al., 2012; Jablonski; Chaplin, 2017).

Nessa perspectiva, a seleção natural atuou em diversas populações de *Homo sapiens*, à medida que estas migraram e ocuparam distintas regiões geográficas e biomas ao longo do tempo, sendo também influenciada por várias práticas culturais, especialmente nos últimos 20 mil anos. Esse conjunto de fatores favoreceu o surgimento da diversidade de tonalidades de pele que conhecemos atualmente, nenhuma das quais é superior ou intrinsecamente melhor do que as demais. Trata-se de variações resultantes de pressões seletivas específicas, que evidenciam a importância da variabilidade genética para a adaptação, a sobrevivência e a expansão da espécie humana de todos os continentes da Terra (Jablonski, 2021).

Ademais, é importante destacar que os seres humanos apresentam, de modo geral, a mesma quantidade de células produtoras de melanina, os melanócitos. A diversidade de tonalidades cutâneas não decorre, portanto, da presença ou ausência dessas células, mas de uma interação complexa entre fatores genéticos, ambientais e históricos que modulam sua atividade, influenciando o tipo e a quantidade de melanina produzida, os processos da melanogênese e adaptações microevolutivas em diferentes contextos geográficos. Compreender esses mecanismos à luz da evolução humana permite reconhecer que a variação na cor da pele é resultado de adaptações biológicas específicas a ambientes distintos, não constituindo marcador de hierarquia ou valor entre grupos humanos, mas expressão legítima da diversidade genética que caracteriza a nossa espécie.

Eugenia, racismo e racismo estrutural

Há relatos, desde a antiguidade, de povos que se preocupavam em “melhorar” a espécie humana e a “qualidade” dos descendentes. Exemplo disso, era a preocupação que os povos atenienses tinham com sua prole, já que somente os guerreiros fortes e saudáveis poderiam defender sua nação e trazer honra aos seus progenitores. Nesse sentido, se alguma criança apresentasse algum tipo de malformação ao nascimento, o destino dela provavelmente seria a morte (Corrent, 2016; Daly, 2020).

No século XIX, emergiu a eugenia (termo derivado do grego *eu*, “bom”, e *genos*, “nascimento”), uma pseudociência sistematizada por Francis Galton (1822–1911). Segundo essa perspectiva, a ciência poderia promover o chamado “melhoramento” da espécie humana por meio da articulação entre conhecimento científico e mecanismos de controle social, enquanto a ausência de intervenção nos cruzamentos humanos levaria, supostamente, ao declínio da humanidade. Tais concepções fundamentaram-se em interpretações distorcidas e ideologizadas de teorias associadas a Thomas Malthus, Charles Darwin e Gregor Mendel (Daly, 2020), sendo amplamente utilizadas para legitimar hierarquizações raciais e sustentar projetos colonialistas, cujos efeitos se estenderam até o século XX.

Em sua teoria, Malthus defendia que o tamanho populacional crescia de forma desenfreada e que os recursos naturais não seriam capazes de acompanhar esse crescimento, ou seja, os recursos naturais seriam insuficientes para atender a todos após o grande aumento demográfico. Sendo assim, Malthus defendia que os recursos naturais deveriam ser distribuídos de forma limitada e que deveria haver processos de intervenções na sociedade para diminuir a taxa de reprodução (Mai; Angerami, 2006).

Já na teoria evolutiva de Charles Darwin, há uma relação entre adaptações morfofisiológicas dos organismos e seu sucesso reprodutivo. De acordo com Darwin, o indivíduo mais bem adaptado ao meio, em um dado tempo, tem maior chance de chegar na fase reprodutiva, deixar descendentes saudáveis e manter ou aumentar a frequência dos seus alelos na população. Essa ideia é a mais aceita para explicar como ocorreu a evolução das espécies no planeta e é um dos mecanismos de seleção natural (Castañeda, 2003). Darwin era primo de Galton, porém era um abolicionista e nunca concordou que suas ideias fossem utilizadas para dar suporte teórico à escravização ou ideias eugenistas.

Em seus estudos, Gregor Mendel, considerado o pai da genética, analisou como as características eram passadas ao longo das gerações. Para sua pesquisa, Mendel cultivou ervilhas e fez cruzamento entre plantas com diferentes fenótipos (características observáveis), postulando a primeira e a segunda das Leis de Mendel. A primeira lei diz que as características dos indivíduos são determinadas por fatores que se separam na formação dos gametas e a segunda lei diz que esses fatores se separam de forma aleatória (Castañeda, 2003). Como sabemos, Mendel utilizou em seus estudos características monogênicas, o que difere bastante de traços complexos, como altura, pressão arterial e cor da pele, que são poligênicos e sofrem grande influência de fatores epigenéticos e ambientais.

A eugenia lançou mão dessas informações de forma distorcida, para embasar suas ideias e, assim, ser aceita no meio acadêmico-científico. Com a justificativa de buscar uma sociedade perfeita, com indivíduos perfeitos e condições perfeitas, a eugenia defendia que o estado deveria intervir, objetivando erradicar as crises sociais e econômicas. Os indivíduos eram classificados pela eugenia da seguinte forma: os aptos, que apresentavam características desejáveis para uma sociedade “ideal”, e os inaptos, que apresentavam características indesejáveis e eram vistos como um “peso” ou “atraso” para a sociedade. Dentro do grupo dos indesejáveis estavam os pobres, os negros, os homossexuais, os deficientes, os com problemas de saúde mental, os alcoólatras, entre outros (Mai; Angerami, 2006).

As práticas eugênicas podiam ser classificadas em positivas e negativas. A eugenia positiva buscava reforçar que os indivíduos aptos deveriam se reproduzir, gerando alto número de descendentes, aptos para trabalhar e contribuir com o avanço da sociedade. Já a eugenia negativa controlava a reprodução dos considerados inaptos, tendo como prática a esterilização desses indivíduos, o isolamento social, o aborto e outras práticas que visassem impedir o aumento deles na sociedade. O apoio do governo era esperado para ambas as práticas. Um exemplo da aplicação da eugenia negativa foi o nazismo, que ganhou força com a ascensão de Adolf Hitler (1889-1945) ao poder na Alemanha, em um período em que a nação passava por uma grande crise econômica e os judeus receberam toda a culpa do fracasso social, sendo humilhados, esterilizados e mortos nos campos de concentração (Mai; Angerami, 2006).

No Brasil as práticas de eugenia negativa eram principalmente direcionadas aos povos indígenas e aos indivíduos negros, mas também aos pobres, vistos como intelectualmente inferiores e incapazes de exercer papéis importantes na sociedade (Verrangia, 2014). Dessa forma, nosso país foi historicamente construído em um contexto de intensas violências e práticas racistas, inclusive com ações de “higiene social” até o século XX. Nesse contexto, mulheres indígenas, negras, e pobres foram esterilizadas, pois elas e seus descendentes eram vistos como responsáveis pelos problemas sociais em nosso país e, por esse motivo, excluídos e tratados de forma desumana (Souza, 2021).

Assim como alguns setores da ciência contribuíram no passado para reforçar o pensamento racista, através do uso indevido de suas teorias para tentar justificar ideologias discriminatórias, entendemos que ela também tem como dever reparar esses danos, expondo que não há evidências científicas que embasem a afirmação da existência de raças humanas dentro da biologia e muito menos que comprovem que comportamentos sociais são herdados geneticamente. No entanto, embora a ciência tenha evidenciado a inexistência de raças entre os seres humanos, o racismo continua a causar danos em grande parte da população, sendo reconhecido como causa de adoecimento, violência e mortalidade precoce na população negra (Werneck, 2016, Anunciação et al., 2022). Para Almeida (2018), o racismo pode ser definido como sendo não apenas um problema individual ou um conjunto de atitudes preconceituosas pessoais, ele é parte de uma estrutura histórica (Racismo Estrutural), inerente à construção da sociedade brasileira. Está presente nas instituições e nas interações sociais, sendo “normalizado” no cotidiano e na forma como a sociedade se organiza, afetando as relações políticas, econômicas e mesmo dentro das famílias, causando danos a toda a sociedade.

Biologia da cor da pele no ensino de ciências

No ensino de Ciências, as práticas escolares historicamente têm negado, inferiorizado ou marginalizado a abordagem da diversidade da cor da pele. Esse processo articula-se à própria trajetória das instituições educacionais e à formação social brasileira, marcada pela escravização, pela consolidação de hierarquias socialmente construídas e pela difusão de concepções distorcidas sobre a diversidade humana e a miscigenação, como as ideias eugenistas (Verrangia, 2014). Tais concepções contribuíram para a legitimação da suposta superioridade biocultural europeia e seguem influenciando, de forma explícita ou implícita, as concepções de identidade, pertencimento e o reconhecimento da diversidade étnico-cultural de indivíduos e grupos no espaço escolar.

Nesse contexto, para que o ensino seja culturalmente relevante e socialmente comprometido, torna-se fundamental que o professor disponha de uma formação teórico-prática sólida, uma vez que atua como mediador entre os saberes culturais dos estudantes e os conhecimentos científicos escolares (Pessin; Silva, 2023). Contudo, no âmbito do ensino de Biologia, ainda é recorrente a insuficiência de uma preparação formativa que capacite os docentes a lidar criticamente com a diversidade étnico-cultural. Soma-se a isso a dificuldade de abordar, de modo consistente, tanto os fundamentos biológicos da variabilidade da cor da pele quanto os impactos históricos e sociais da discriminação baseada em características fenotípicas.

A literatura também evidencia que a biologia da cor da pele, quando abordada nos livros didáticos de Biologia, tem sido tratada de forma ambígua e, muitas vezes, superficial. Embora parte dos materiais afirme explicitamente que não existem raças biológicas humanas, essa posição nem sempre se sustenta de maneira coerente ao longo do texto didático, especialmente no uso de imagens, esquemas e exemplos (Stelling, 2007). Fotografias e representações visuais frequentemente sugerem agrupamentos humanos homogêneos a partir de características fenotípicas, como a cor da pele, o tipo de cabelo e traços faciais, reforçando classificações racializadas sem a devida problematização histórica e científica. Essa dissociação entre o discurso verbal, que nega a existência de raças humanas, e o discurso imagético contribui para a naturalização de categorias racializantes. Como consequência, dificulta-se a compreensão, pelos estudantes, de que a variação da cor da pele resulta de processos adaptativos contínuos, relacionados ao metabolismo da melanina e à exposição diferencial à radiação ultravioleta, e não de divisões biológicas discretas entre grupos humanos (Stelling, 2007).

Estudos mais recentes indicam que essa problemática persiste nos materiais aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático, sobretudo no que se refere à representação do corpo humano. Observa-se a predominância de corpos brancos como modelo anatômico e fisiológico universal, enquanto corpos negros e indígenas aparecem de forma residual, estereotipada ou restrita a contextos específicos, o que reforça a chamada “branquidade normativa” nos materiais didáticos de Biologia (Silvério; Motokane, 2019; Silveira, 2022).

Essa sub-representação compromete o potencial do ensino de Biologia para a promoção de uma educação antirracista, ao invisibilizar a diversidade fenotípica da população brasileira e ao enfraquecer o diálogo entre os conhecimentos biológicos e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais. Em contraposição, experiências pedagógicas que articulam explicitamente os fundamentos biológicos da pigmentação cutânea - como o desenvolvimento e a morfofisiologia da pele, a genética da melanina, sua função adaptativa e sua variabilidade contínua - às discussões sobre raça como construção social têm se mostrado potentes para o desenvolvimento de uma compreensão crítica da cor da pele e de seus usos históricos na produção do racismo (Silva; Prosdociami, 2025). Essas experiências apontam caminhos para a revisão crítica dos materiais didáticos e para uma abordagem da Biologia comprometida com a educação científica e a justiça social.

Assim, torna-se necessário não apenas investir na formação de professores e na elaboração de materiais didáticos adequados, mas também promover a educação científica dos cidadãos, de modo a ampliar a compreensão de que o conhecimento científico não é neutro nem estático, sendo permanentemente construído, revisado e transformado a partir de avanços tecnológicos, teóricos e históricos. Nesse contexto, é fundamental que o ensino de Ciências incorpore exemplos concretos de como o uso inadequado ou antiético do conhecimento científico pode contribuir para a legitimação de desigualdades, a segregação social e o sofrimento de populações historicamente vulnerabilizadas.

Desse modo, a abordagem crítica da história da eugenia e dos impactos sociais do racismo no ensino de Biologia possibilita que os estudantes desenvolvam uma leitura mais reflexiva sobre o mundo que os cerca, compreendendo as implicações éticas, políticas e sociais da ciência. Tal perspectiva favorece a formação de sujeitos capazes de se posicionar de maneira ética e responsável, defender os direitos humanos e atuar, dentro e fora do ambiente acadêmico, no enfrentamento das desigualdades sociais e de todas as formas de discriminação.

Considerações finais

A biologia da cor da pele é uma característica fenotípica complexa, influenciada por fatores intrínsecos (genes, fatores epigenéticos, pH, dentre outros) e extrínsecos (resposta dessa constituição biológica ao meio ambiente e à cultura). A humanidade, ao longo da história, deu grande importância a essa característica, tanto que esse fenótipo serviu para segregar e trazer sofrimento aos próprios seres humanos. Para embasar pensamentos eugênicos que justificassem tal segregação, os eugenistas utilizaram os conhecimentos da evolução e da genética, com o intuito de demarcar características desejáveis e indesejáveis nos seres humanos. Com isso, os indivíduos foram separados em “desejáveis” e “indesejáveis” e, estes últimos receberam o julgamento de que o fracasso socioeconômico era causado por sua existência na sociedade. Nesse sentido, o conhecimento científico foi utilizado de forma antiética, contribuindo com o sofrimento de milhares de pessoas, que

foram subjugadas e levadas à morte pelo simples fato de que a elite da sociedade não julgava seus fenótipos como desejáveis.

Historicamente, as Ciências Naturais têm desempenhado papel relevante tanto na produção de conhecimentos quanto, em determinados contextos, na legitimação de relações sociais injustas, incluindo aquelas de natureza étnico-racial. O levantamento bibliográfico realizado para este artigo evidenciou a carência de estudos que abordem, de forma sistemática, as dificuldades enfrentadas por docentes de Ciências na promoção da educação das relações étnico-raciais em sala de aula, bem como estratégias para superá-las, de modo a efetivar o cumprimento da legislação vigente e responder às demandas da sociedade. O Movimento Negro Brasileiro, ao longo de mais de um século de mobilização, tem reiteradamente alertado que não é suficiente compreender a realidade apenas sob perspectivas econômicas, geográficas ou ambientais; é imprescindível considerar, também, as dimensões históricas, culturais e raciais para a formação de cidadãos críticos e reflexivos. Nesse sentido, torna-se fundamental, especialmente no campo educacional, ensinar sobre as relações étnico-raciais e suas interseccionalidades, visando à construção de uma sociedade que combata ativamente todas as formas de racismo e discriminação.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Ciências, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, indicam entre seus objetivos a necessidade de que os estudantes desenvolvam competências para compreender o mundo e atuar como indivíduos e cidadãos, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica, o que inclui, de maneira explícita, aspectos relacionados às relações étnico-raciais.

Dessa forma, é essencial que a ciência e a educação contribuam, de modo cada vez mais consistente, para o enfrentamento das desigualdades raciais e para a erradicação de todas as formas de discriminação. O ensino de Biologia, ao esclarecer os fatores biológicos envolvidos na pigmentação da pele e na diversidade humana, deve afastar-se de interpretações reducionistas e de ideologias degradantes historicamente associadas ao uso distorcido do conhecimento científico. Uma abordagem fundamentada, crítica e contextualizada pode contribuir significativamente para a formação de cidadãos que respeitem as diferenças, reconheçam a diversidade como valor e atuem na construção de uma sociedade efetivamente antirracista.

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ

Referências

ABRAHAMSOHN, Paulo Alexandre. **Junqueira & Carneiro: Histologia Básica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.

ALMEIDA, Silvio Luiz de. **O que é racismo estrutural?** Belo Horizonte: Letramento, 2018.

ANUNCIÇÃO, Diego; PEREIRA, Luciana Lima; SILVA, Hérica Pinheiro; NUNES, Ana Paula Negreiros; SOARES, José Onildo. (Des)Caminhos na Garantia da Saúde da População Negra e no Enfrentamento ao Racismo no Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 27, n. 10, 2022.

ARDA, Oktay; GÖKSÜGÜR, Nural; TÜZÜN, Yağın. Basic histological structure and functions of facial skin. **Clinics in Dermatology**, v. 32, n. 1, p. 3–13, 2014.

BERSANI, Hugo. Aportes teóricos e reflexões sobre o racismo estrutural no Brasil. **Revista Extraprensa**, v. 11, n. 2, p. 175–198, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio**. Documento homologado pela Portaria nº 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, p. 146. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa, Departamento de Apoio à Gestão Participativa. **Política Nacional de Saúde Integral da População Negra: uma política do SUS**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. Secretaria de Políticas de Promoção de Igualdade Racial – SEPPIR, Presidência da República. **Racismo Como Determinante Social de Saúde**. Brasília, 2011.

CARRATTO, Thássia; MENDES- JUNIOR; Celso Teixeira. Um novo uso do DNA na resolução de crimes: predição de características morfológicas de suspeitos. **Genética na Escola**, v. 5, p. 208–217, 2021.

CIOL, Helena; CASTRO, Carla A. **Anatomia e funções da pele**. São Carlos: Editora, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 17–24, 2019.

CORRENT, Nathalia. Da antiguidade a contemporaneidade: a deficiência e suas concepções. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, ano MMXVI, n. 89, 22/09/2016. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/da-antiguidade-contemporaneidade-deficiencia-e-suas-concepcoes>. Acesso em: 31 ago. 2025.

DALLAZEM, Larissa N. D. **Conhecimento e hábitos referentes à fotoproteção e ao câncer de pele em estudantes universitários: um estudo transversal no Sul do Brasil**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências da Saúde – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Rio Grande do Sul, 2017.

DALY, Anthony S. Eugenics: From Hitler’s Sparta to contemporary legitimacy. **Irish Marxist Review**, v. 9, p. 43–47, 2020.

DERMITZAKIS, Ioannis; CHATZI, Dimitra; KYRIAKOUDI, Sophia A.; EVANGELIDIS, Nikolaos; VAKIRLIS, Evangelos; MEDITSKOU, Sofia; THEOTOKIS, Panagiotis; MANTHOU, Maria E. Skin Development and Disease: A Molecular Perspective. **Curr Issues Mol Biol**, v. 46, n. 8, p. 8239–8267, 2024.

FERREIRA, Ana Maria Alves. Deficiência da vitamina D na Doença Renal Crônica. Ciclo de estudos: 1º Ciclo em Ciências da Nutrição. **Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto**, Porto, 2019.

DOI: 10.46667/renbio.v19in1.2103

FROST, Peter. The original meaning of skin color. **Aporia Magazine**, February 7, 2023. Disponível em: <https://www.aporiamagazine.com/p/the-original-meaning-of-skin-color>. Acesso em: 31 ago. 2025.

JABLONSKI, Nina G. The evolution of human skin pigmentation involved the interactions of genetic, environmental, and cultural variables. **Pigment Cell Melanoma Res**, v. 34, n. 4, p. 707–729, 2021.

JABLONSKI, Nina G.; CHAPLIN, George. The colors of humanity: the evolution of pigmentation in the human lineage. **The Royal Society**, v. 377, ed. 1724, 2017.

JACOBS, Laura C.; LIU, Fan; HOTTENGA, Jouke-Jan; et al.; ...; KAYE, Eric K. A genome-wide association study identifies the skin color genes IRF4, MC1R, ASIP, and BNC2 influencing facial pigmented spots. **Journal of Investigative Dermatology**, 135(7), p. 1735–1742, 2015.

JUZENIENE, Audrone; MOAN, Johan. Beneficial effects of UV radiation other than via vitamin D production. **Dermato-Endocrinology**, v. 4, n. 2, p. 109–117, 2012.

LALUEZA-FOX, Carles; ROMPLER, Hendrik; CARAMELLI, Davide; STAUBERT, Christina; CATALANO, Giuseppina; HUGHES, David; ...; HOFREITER, Michael. A melanocortin 1 receptor allele suggests varying pigmentation among Neanderthals. **Science**, 318(5855), p. 1453–1455, 2007.

LANG, Deborah; LU, Min Min; HUANG, Li; ENGLEKA, Kurt A.; ZHANG, Maozhen; CHU, Emily Y.; ...; EPSTEIN, Jonathan A. Pax3 functions at a nodal point in melanocyte stem cell differentiation. **Nature**, 433(7028), p. 884–887, 2005.

LIMA, Lucas G. A cor da pele em humanos: um caso de seleção natural e a contribuição da genética no debate sobre as raças no século XXI. **Genética na Escola**, v. 15, n. 1, p. 10–17, 2020.

LIU, Jie; BITSUE, Hiroki K.; YANG, Zhi. Skin colour: A window into human phenotypic evolution and environmental adaptation. **Molecular Ecology**, v. 33, n. 12, p. e17369, 2024.

MACHADO, Bernardo Guerra. The Race for Humanity. **Revista Minerva Universitária**, Faculdade de Letras, Lisboa, Portugal, 2022. Disponível em: <https://www.revistaminerva.pt/the-race-for-humanity-bernardo-guerra-machado/>. Acesso em: 31 ago. 2025.

MAI, Luis D.; ANGERAMI, Elaine L. S. Eugenia positiva: significados e contradições. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 14, n. 2, p. 251–258, 2006.

MARÇON, Camila R.; MAIA, Maria. Albinism: epidemiology, genetics, cutaneous characterization, psychosocial factors. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 94, n. 5, p. 503–520, 2019.

MEYER, Daniel. **Uma questão de pele**. São Paulo: USP, 2017. Disponível em: <https://darwinianas.com/2017/11/21/uma-questao-de-pele/>. Acesso em: 31 ago. 2025.

NEVES, Walter; MURRIETA, Rui; RANGEL-JUNIOR, Miguel José. **Assim Caminhou a Humanidade**. São Paulo: Palas Athena, 2015.

OLIVEIRA, Daniela F. Filtros químicos e físicos das formulações de protetores e bloqueadores solares. **Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, 2011.

PAIM, Márcio. Dos hominídeos ao homo sapiens: as pesquisas sobre a cor da pele e a utilização de suas informações do ensino da História da África como uma alternativa à desconstrução de mitos raciais. **Em Tempo de Histórias**. Publicação do Programa de Pós-Graduação em História da Universidade de Brasília (PPGHIS/UnB), n. 22, p. 136–155, Brasília, 2013.

PAWLINA, Wojciech; ROSS, Michael H. **Ross Histologia: texto e atlas – correlações com a biologia celular e molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.

PAULA, Débora K.; ARAÚJO, Luciana F. N. Educação antirracista como um direito humano essencial. **Seminário Gerapraxis**, Vitória da Conquista – Bahia, v. 8, n. 8, p. 1–13, 2021.

PAVAN, William J.; STURM, Richard A. The Genetics of Human Skin and Hair Pigmentation. **Annual Review of Genomics and Human Genetics**, Bethesda, v. 20, p. 41–72, 2019.

PENA, Sérgio D. J.; BIRCHAL, Tatiana S. A inexistência biológica versus a existência social de raças humanas: pode a ciência instruir o etos social? **Revista USP**, n. 68, p. 10–21, 2006.

PESSIN, Erivelton; SILVA, Marizete Andrade da. A prática de ensino culturalmente significativa para os povos indígenas e afrodescendentes. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 08, Ed. 05, Vol. 01, p. 35-49, 2023.

REES, John L. The melanocortin 1 receptor (MC1R): more than just red hair. **Pigment Cell Research**, v. 13, n. 3, p. 135–140, 2000.

SADLER, Thomas W. **Langman: embriologia médica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

SANTOS, Bruno H. C. **Papel biológico dos dímeros de pirimidina em células humanas irradiadas com radiação UVA**. Dissertação (Mestrado em Ciências, na Área de Biologia – Genética), Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SANTOS, Sofia R.; ARAÚJO, Gabriela P. Estudo sobre a eficácia da cisteamina no tratamento de melasma. **Repositório Digital FacMais**, Inhumas, 2021. Disponível em: <http://65.108.49.104:80/xmlui/handle/123456789/338> . Acesso em: 31 ago. 2025.

SILVA, Aline; PROSDOCIMI, Francisco. Quando a pele fala: biologia, educação antirracista e reflexões sobre identidade. **ODEERE – Revista do Programa de Pós-Graduação em Relações Étnicas e Contemporaneidade**, v. 10, n. 1, p. 286–306, 2025.

SILVA, Hérica P. África, Berço da Humanidade. **Ciência Hoje das Crianças**, n. 168, p. 8–12, maio 2006.

SILVEIRA, Jorge Ubiratan da. **A diversidade étnico-racial em livros didáticos de Biologia do ensino médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2022.

SILVÉRIO, Florença Freitas; MOTOKANE, Marcelo Tadeu. O corpo humano e o negro em livros didáticos de Biologia. **Contexto & Educação**, v. 34, n. 108, p. 26–41, 2019.

SOUZA, Sérgio R. P.; FISCHER, Fernando M.; SOUZA, João M. P. Bronzeamento e risco de melanoma cutâneo: revisão da literatura. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 4, p. 588–598, 2004.

STELLING, Luiz Felipe P.; KRAPAS, Sônia. Raças biológicas e “raças humanas” em livros didáticos de biologia. **Anais do VI Enpec**. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/search0.html. Acesso em: 31/08/2025.

TEIXEIRA, Isabela M.; SILVA, Eduardo P. História da eugenia e ensino de genética. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 15, p. 63–80, 2017.

VERRANGIA, Douglas. Educação científica e diversidade étnico-racial: o ensino e a pesquisa em foco. **Interacções**, n. 31, p. 2-27, 2014.

VERRANGIA, Douglas; GONÇALVES e SILVA, Petronilha Beatriz. 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.

VISCONTI, Alessia; DUFFY, David L.; LIU, Fan; ZHU, Gu; MACGREGOR, Stuart; ...; MARTIN, Nicholas G. Genome-wide association study in 176,678 Europeans reveals genetic loci for tanning response to sun exposure. **Nature Communications**, 9(1), p. 1648, 2018.

DOI: 10.46667/renbio.v19in1.2103

WERNECK, José. Racismo institucional e saúde da população negra. **Saúde Soc**, v. 25, n. 3, p. 535–549, 2016.

ZHOU, Shuang; LIU, Zhi; WANG, Xue; ZHANG, Yanan; LI, Jing; CHEN, Hong; ...; LIU, Fang. Epigenetic regulation of melanogenesis. **Ageing Research Reviews**, 69, p. 101345, 2021.

Recebido em agosto de 2025

Aceito em junho de 2026

Revisão gramatical realizada por: José Eduardo Baroneza
E-mail: jbaroneza@gmail.com