


A cor de pele em humanos: um caso de seleção natural e a contribuição da genética no debate sobre raças no século XXI




Leonardo Grazioli de Andrade Lima

Professor de Biologia para o ensino Médio no Colégio Giordano Bruno e Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein

Autor para correspondência - leolima11@gmail.com

Palavras-chave: seleção natural em humanos, cor de pele, luz UV, sucesso reprodutivo



O motivo da variação da pele em humanos foi por muito tempo um mistério científico, possibilitando o surgimento de explicações relacionadas a valores morais, as quais foram usadas para diminuir ou explorar indivíduos com características de pele diferentes. No século XX, a descoberta de que a melanina da pele protege contra danos provocados pela luz UV – presente em maior intensidade em regiões equatoriais. Tal contexto proporcionou aos nossos ancestrais africanos o favorecimento do sucesso reprodutivo. No século XXI, com a era genômica, pode-se comparar o DNA das diferentes populações ao redor do planeta e concluir que nossas semelhanças são muito mais profundas do que nossas diferenças. Desse modo, não há evidências de que os grupos, os quais chamamos de “raças”, tenham uma unidade genética.

A VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DE COR DE PELE ENTRE SERES HUMANOS

Em 1871, no livro “A origem do Homem e a Seleção sexual” Charles Darwin escreveu: “De todas as diferenças entre as raças humanas, a cor da pele é a mais conspícua e uma das mais marcantes”. De fato, na população humana encontramos tons de pele que variam de um chocolate intenso a tons mais próximos de café, amendoim, mel, areia a um bege claro, como numa massa de panqueca. A pele ocupa um papel de destaque visual na população humana porque, apesar de ser uma população Primata, não tem pelos cobrindo todo o corpo, o que nos difere de nossos parentes próximos como, por exemplo, o chimpanzé, que tem uma pele clara protegida por uma pelagem escura.

O motivo da variação da pele em humanos foi por muito tempo um mistério científico ocasionando explicações relacionadas a valores morais, as quais foram usadas para diminuir ou explorar indivíduos com características de pele diferentes.

A cor que enxergamos depende dos comprimentos de onda que chegam a nossos olhos e, assim, só perceberemos uma determinada cor de luz se essa luz for refletida pelo obje-

to visualizado. Na camada mais externa da pele, uma proteína chamada melanina pode absorver alguns comprimentos de onda e nossa genética determina o tipo de melanina que produziremos nos **melanócitos**. Há a eumelanina - pigmento que apresenta uma tonalidade marrom - e quanto mais eumelanina tiverem, mais as peles serão escuras. Já a feomelanina - com uma tonalidade mais amarela avermelhada - é produzida em peles com tons mais claros (Jablonski, 2014).

Melaninas absorvem também comprimentos de luz que não enxergamos: a luz ultravioleta (UV). Nos mamíferos, os pelos – os quais também contêm melanina – absorvem essa luz UV, protegendo as células da pele. No nosso caso, ao perder a maior parte dos pelos, quanto mais melanina na pele, maior será a proteção contra danos da radiação da pele. Assim, em regiões onde há maior incidência de luz UV, a seleção natural favorecerá quem teria pele mais escura? Dados de satélites mostram que a intensidade média de radiação ultravioleta na superfície terrestre é mais intensa na região equatorial. As áreas amarelas e vermelhas são aquelas partes do mundo que recebem as maiores quantidades de UV durante o ano. As cores cada vez mais azuis e pretas indicam áreas com menor radiação ultravioleta (Figura 1).

Melanócitos - Células localizadas no estrato basal da epiderme da pele especializadas na produção de melanina, a qual é armazenada e transportada em organelas conhecidas como melanossomos a outras células vizinhas na epiderme, como queratinócitos.

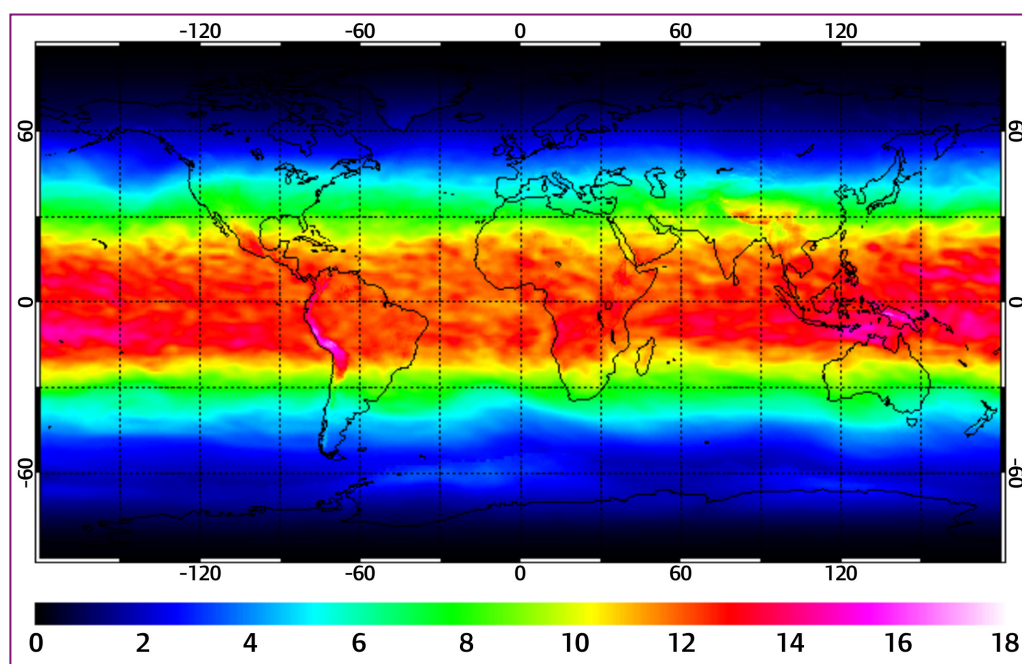


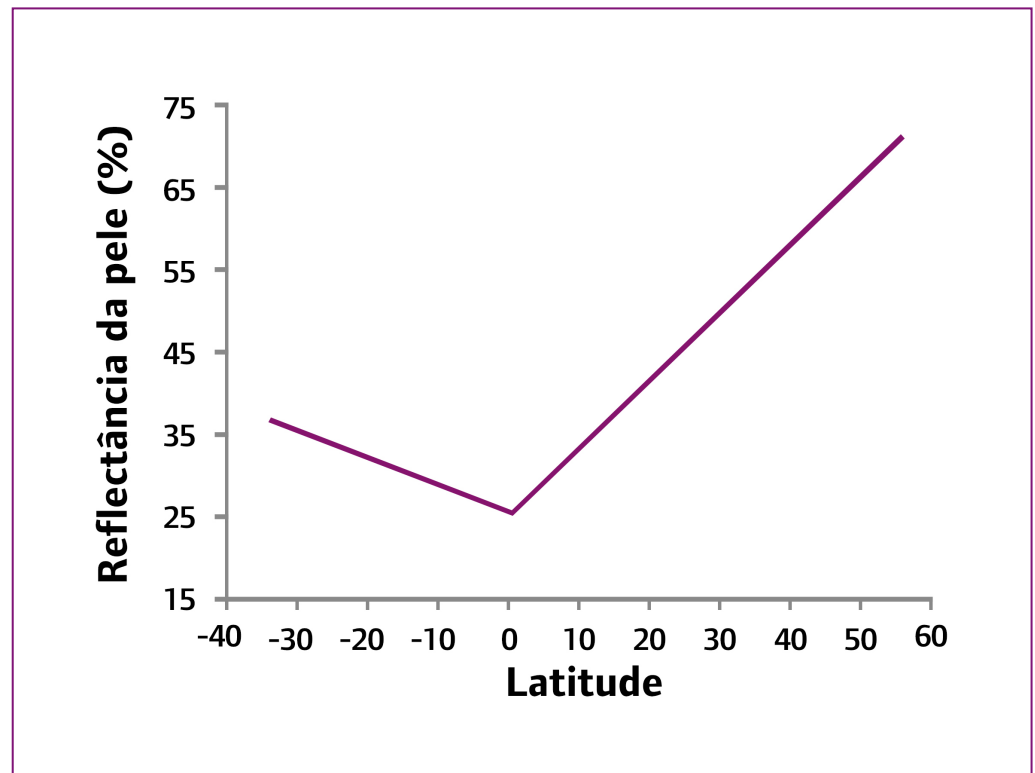
Figura 1. Índice de radiação ultravioleta no mundo. Valores para um dia sem muitas nuvens em setembro de 2015 de acordo com a Agência espacial europeia (Copyright © KNMI/ESA; <http://www.temis.nl/uvradiation/UVindex.html>). Valores variam de 0 (menos intenso) para 18 (mais intenso).

Ao medir a cor de pele de populações nativas ao redor do globo, por meio de um reflectômetro – o qual emite um feixe de luz e mede quanta luz é refletida, observa-se que próximo à linha do Equador

(latitude 0) a cor da pele é mais escura (reflete menos luz), enquanto que ao chegar mais próximo aos pólos, mais clara é a pele de populações nativas, em média (Figura 2).

Figura 2.

Relação entre latitude e cor de pele, medida pela refletância. Latitudes negativas estão ao sul da linha do Equador (localizada a 0°), e positivas estão ao norte da linha do Equador. Gráfico adaptado da figura 2 do artigo de Barsh (2003).



SELEÇÃO NATURAL MOLDANDO A COR DE PELE EM SERES HUMANOS

Os conjuntos de dados conhecidos sugerem que a maior quantidade de melanina na pele oferece uma vantagem de sobrevivência em regiões expostas a mais luz UV. Mas, essa vantagem seria exatamente contra o quê? Sabemos que a luz UV é parte da radiação solar, é mais energética que os comprimentos de luz visível e pode ser absorvida pelas moléculas de DNA nas células de nossa pele. O resultado são lesões no DNA, como **dímeros de pirimidina**, os quais distor-

cem a dupla-hélice do DNA e, se não forem reparadas pelas células, podem causar um erro durante a replicação resultando em mutações – alterações na informação genética. Esse processo está relacionado com o envelhecimento da pele e aparecimento de câncer na pele. Então, a pressão seletiva sobre a melanina da pele está relacionada a evitar câncer de pele? Essa foi a explicação por muito tempo, mas câncer de pele normalmente começa a ser diagnosticado a partir dos 40-50 anos de idade, o que seria após o pico reprodutivo humano, de modo que, evitar o câncer, não impediria a passagem dos genes à próxima geração.

Dímeros de pirimidina

- Lesão no DNA provocada pela formação de uma ligação covalente entre duas bases nitrogenadas pirimidínicas adjacentes, citosina e timina, após absorção de luz UV. Lesão resulta na distorção da dupla hélice e impede a progressão da polimerase durante replicação ou transcrição do DNA. Células possuem vias de reparo de DNA que removem os dímeros de pirimidina ao promoverem a excisão do fragmento lesionado.

Então, como a luz UV poderia afetar nosso sucesso reprodutivo? Uma explicação estaria relacionada ao ácido fólico, um tipo de vitamina B. Deficiência nessa vitamina está associada a defeitos de nascença. E, o mais interessante, é que luz UV intensa degrada ácido fólico que circula em vasos sanguíneos da pele. Assim, a melanina nos protege evitando a quebra do ácido fólico, o qual é necessário para uma produção saudável de espermatozoides, além de contribuir no desenvolvimento embrionário (JABLONSKI, 2014).

Mas, então por que não temos todos pele escura protegendo nosso ácido fólico? Acontece que luz UV não é de toda ruim. Ela é necessária, pois sua ação na pele é nossa principal fonte de vitamina D a qual, na verdade, é um hormônio. O precursor 7-desidrocolesterol, nas membranas plasmáticas dos queratinócitos e fibroblastos da derme, é convertido em vitamina D3 após absorção de luz UV e liberado na circulação sistêmica. A forma ativa da vitamina D, calcitriol, é formada após transformações da vitamina D3 pelo fígado e rim. Os efeitos endócrinos da vitamina D relacionam-se principalmente na homeostase do cálcio no sangue por controlar a absorção de cálcio no intestino ou retirada do cálcio dos ossos. Seu papel se estende à imunidade inata na pele, promoção de diferenciação celular e inibição da proliferação nas células que expressam receptores de vitamina D (MOSTSAFA; HEGAZY, 2015).

Enquanto nossos ancestrais estavam na região equatorial, a pele escura protegia o ácido fólico, mas ainda havia luz UV suficiente para produzir vitamina D. Mas, os humanos se dispersaram. Grandes migrações, para fora de nosso lar equatorial, da África, para outras partes do globo em diferentes latitudes. O que eles encontraram? A luz percorre um caminho maior pela atmosfera até chegar na superfície em regiões mais próximas aos polos e indivíduos com pele escura estavam com o ácido fólico superprotegido, mas foram privados do potencial de produzir vitamina D em sua pele, durante a maior parte do ano. Assim, por efeitos deletérios dessa deficiência, produzindo o raquitismo, favoreceram uma seleção natural em relação à evolução da pele pouco pigmentada das populações longe da linha do Equador.

Toda vez que uma espécie passa por um processo de seleção natural é possível encontrar evidências dessa seleção no genoma. Ao sequenciar o DNA de populações espalhadas pelo planeta, é possível procurar as variações e comparar as populações. Um gene ligado à pigmentação humana é o *MC1R* (Receptor 1 de melanocortina), o qual participa da ativação da síntese de eumelanina a partir de feomelanina. Dentro de populações da África Equatorial, não há muita variação desse gene *MC1R*, o que indica que nesta região há uma forte pressão negativa contra alelos que alterem a cor de pele escura.



SERES HUMANOS SÃO REALMENTE DIVIDIDOS EM RAÇAS? A CONTRIBUIÇÃO DA ERA GENÔMICA

Ao migrar da África, as populações da Europa, da Ásia, da Oceania e das Américas tornaram-se muito diferentes a ponto de dizermos que são 5 diferentes raças. Se essa separação racial ou étnica realmente existisse, esperaríamos encontrar mais semelhanças no genoma dentro de uma suposta “raça” do que entre o genoma entre indivíduos de “raças” distintas. Hoje é possível fazermos

comparações, até mesmo em uma sala de aula, pois temos dados para tanto, conforme a prática desenvolvida por Kalinowski *et. al*, 2012. No exemplo que se segue foram compilados os dados genéticos de povos indígenas coletados da África, Europa e Ásia (Figura 3). O genoma mitocondrial de oito indivíduos de cada continente foi sequenciado. Para o nosso propósito, as sequências de DNA mitocondrial podem ser consideradas uma amostra representativa do genoma de cada indivíduo. Por exemplo, se dois indivíduos tiverem sequências de DNA mitocondrial geneticamente similares, assumiremos que todos os seus genomas são semelhantes.



Figura 3. Mapa dos grupos étnicos usados na investigação (adaptado de Kalinowski *et. al*, 2012). As localizações são aproximadas ou representativas.



Como podemos ver na Tabela 1, que apresenta a comparação do genoma mitocondrial de algumas das populações representadas na Figura 3, além de Neandertal e chimpanzé, podemos notar que a diferença entre humanos é bem discreta e parece uma única grande população quando comparada ao genoma de espécies diferentes. Além disso, encontramos mais diferenças genéticas entre algumas populações africanas, como entre Ewondo e Hausa, do que entre populações africanas e

do resto do mundo como Ewondo comparado a ingleses ou chineses (Tabela 1). De fato, ao comparar 4000 alelos por todo genoma, apenas 7,4% são específicos de uma região, mas mesmos esses alelos característicos são encontrados em cerca de 1% dos indivíduos dessa população – o que significa que esses alelos não representam uma marca de uma população ou raça inteira. Assim, não há evidências de que os grupos os quais chamamos de “raças” tenham uma unidade genética.

Tabela 1. Número de diferenças de bases no genoma mitocondrial de diferentes populações nativas ao redor do mundo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. África - Ewondo | - | 60 | 41 | 67 | 33 | 27 | 20 | 27 | 23 | 25 | 26 | 28 | 166 | 1276 |
| 2. África - Hausa | 60 | - | 63 | 14 | 67 | 59 | 52 | 63 | 57 | 59 | 60 | 62 | 162 | 1280 |
| 3. África - Mandela | 41 | 63 | - | 70 | 48 | 44 | 37 | 44 | 38 | 42 | 43 | 45 | 169 | 1283 |
| 4. África - Mbuti | 67 | 14 | 70 | - | 74 | 66 | 59 | 70 | 64 | 66 | 67 | 69 | 169 | 1284 |
| 5. Ásia -China | 33 | 67 | 48 | 74 | - | 28 | 31 | 38 | 22 | 24 | 27 | 27 | 173 | 1274 |
| 6. Ásia -Chuckchi | 27 | 55 | 44 | 66 | 28 | - | 21 | 30 | 16 | 18 | 21 | 21 | 169 | 1283 |
| 7. Ásia -Índia | 20 | 52 | 37 | 59 | 31 | 21 | - | 17 | 19 | 21 | 22 | 24 | 160 | 1279 |
| 8. Ásia -Japão | 27 | 63 | 44 | 70 | 38 | 30 | 17 | - | 26 | 26 | 27 | 31 | 165 | 1283 |
| 9. Europa - Inglaterra | 23 | 57 | 38 | 64 | 22 | 16 | 19 | 26 | - | 8 | 15 | 15 | 163 | 1281 |
| 10. Europa - França | 25 | 59 | 42 | 66 | 24 | 18 | 21 | 26 | 8 | - | 15 | 17 | 163 | 1281 |
| 11. Europa - Alemanha | 26 | 60 | 43 | 67 | 27 | 21 | 22 | 27 | 15 | 15 | - | 20 | 166 | 1286 |
| 12. Europa - Itália | 28 | 62 | 45 | 69 | 27 | 21 | 24 | 31 | 15 | 17 | 20 | - | 170 | 1282 |
| 13. Neandertal | 166 | 162 | 169 | 169 | 173 | 169 | 160 | 165 | 163 | 163 | 166 | 170 | - | 1264 |
| 14. Chimpanzé | 1276 | 1280 | 1283 | 1284 | 1274 | 1283 | 1279 | 1283 | 1281 | 1281 | 1286 | 1282 | 1264 | - |

A partir desse tipo de dado, podemos dizer que há um consenso nas ciências biológicas de que “raças humanas”, ao contrário do que acontece em outras espécies animais, são resultados de construções sociais e não de atributos biológicos. O termo que cientistas preferem usar para descrever a diversidade humana é “ancestralidade”, a qual com análises

de DNA podem refletir de forma mais fiel a origem geográfica dos antepassados. Além do mais, é importante destacar que a evolução da cor da pele ocorreu de forma independente de outras características como habilidades físicas, mentais e as relacionadas ao comportamento. Enquanto certamente temos diferenças entre diferentes popula-

ções, os dados genômicos cada vez mais nos mostram que essas diferenças são poucas e superficiais, enquanto nossas semelhanças são muito mais profundas.

Mesmo assim, a discriminação por conta da cor de pele continua. E, nem sempre, é uma questão de falta de conhecimento científico. Grupos de supremacia branca usam dados genéticos para apoiar suas crenças. Por exemplo, corretamente, eles destacam que populações europeias possuem de 1 a 4% de DNA de ancestrais Neandertais, enquanto populações africanas não possuem ancestralidade Neandertal. Eles também argumentam que Neandertais possuem crânios maiores e, por conta disso, dizem que europeus e asiáticos possuem maior inteligência por terem herdado cérebros maiores. Esse tipo de raciocínio, entretanto, é um exemplo claro de falácia lógica conhecida como *non sequitur*, ou seja, que a consequência não decorre necessariamente da causa apontada.

O genoma contém informações valiosas sobre nossa biologia que permitem nos unir como espécie. Mas, se for usado sem conhe-

cimento, mal interpretado ou, até mesmo, ignorado, ajustando-se a vieses preestabelecidos de alguns grupos, pode aprofundar a divisão já existente em nossa sociedade. Assim, é cada vez mais importante entender o que nosso DNA nos diz a respeito de ser um *Homo sapiens*.

REFERÊNCIAS

- BARSH, G.S. What Controls Variation in Human Skin Color? *PLoS Biol* 1(1): e27, 2003 (<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0000027>)
- JABLONSKI, N. G. Living Color: The Biological and Social Meaning of Skin Color. *University of California Press*, 178p., 2014
- KALINOWSKI, S. T.; ANDREWS, T. M.; LEONARD, M. J.; SNODGRASS, M. Are Africans, Europeans, and Asians Different Races? A Guided-Inquiry Lab for Introducing Undergraduate Students to Genetic Diversity and Preparing Them to Study Natural Selection. *CBE Life Sciences Education*, v. 11, n. 2, p. 142–151, 2012 (<http://doi.org/10.1187/cbe.11-09-0087>)
- MOSTAFA, W. Z.; HEGAZY, R. A. Vitamin D and the skin: Focus on a complex relationship: A review. *Journal of Advanced Research*. 2015 (<https://doi.org/10.1016/j.jare.2014.01.011>)

