

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

Michele das Graças Pacheco Gravina

**O ENSINO DE GENÉTICA COMO INSTRUMENTO DE COMBATE À
DISCRIMINAÇÃO RACIAL**

Juiz de Fora

2019

Michele das Graças Pacheco Gravina

**O ENSINO DE GENÉTICA COMO INSTRUMENTO DE COMBATE À
DISCRIMINAÇÃO RACIAL**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional –
PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas
da Universidade Federal de Juiz de Fora, como
requisito parcial à obtenção do título de Mestre
em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Michele Munk

Juiz de Fora

2019

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gravina, Michele das Graças Pacheco.

O ensino de genética como instrumento de combate à discriminação racial / Michele das Graças Pacheco Gravina. -- 2019. 122 f. : il.

Orientadora: Michele Munk Pereira

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2019.

1. Racismo. 2. Genética. 3. Sequência Didática. I. Pereira, Michele Munk, orient. II. Título.

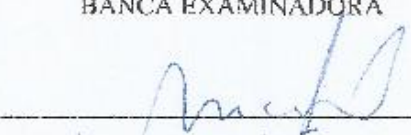
Michele das Graças Pacheco Gravina

**O ENSINO DE GENÉTICA COMO INSTRUMENTO DE COMBATE À
DISCRIMINAÇÃO RACIAL**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional –
PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas
da Universidade Federal de Juiz de Fora, como
requisito parcial à obtenção do título de Mestre
em Ensino de Biologia.

Aprovada em 05 de Julho de 2019

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Michele Munk – Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof.^a Dr.^a Karla S. C. Yotoko
Universidade Federal de Viçosa



Prof.^a Dr.^a Heloisa D'Ávila da Silva Bizarro
Universidade Federal de Juiz de Fora

*Dedico este trabalho a cada aluno que cruzou meu caminho.
Creio que neles viceja a semente da mudança.*

Relato do Mestrando

Instituição: UFJF/JF

Mestrando: Michele das Graças Pacheco Gravina

Título do TCM: O ensino de genética como instrumento de combate à discriminação racial.

Data da defesa: 05/07/2019

A oportunidade de cursar o PROFBIO já se tornou um importante marco referencial em minha carreira no magistério. As discussões e aprendizados permitiram-me, além da atualização de conhecimentos – fundamental em uma disciplina tão dinâmica quanto a biologia -, o redirecionamento de minhas práticas no sentido de um maior rigor metodológico em meu trabalho docente. Ao longo do curso pude perceber muito facilmente como minhas aulas mudaram, mudança esta também percebida por meus alunos. As metodologias com que tive contato através das disciplinas ou pela troca de experiências com os colegas do mestrado vieram a contribuir de forma significativa no processo de mediação da construção de conhecimentos por parte dos estudantes para os quais eu leciono.

Mais especificamente com relação ao desenvolvimento do meu TCM, foi marcante perceber nos alunos participantes a empolgação, a identificação com o tema e o engajamento que o trabalho promoveu. Por se tratar de temática com forte conotação social (racismo), pude observar como as atividades provocaram uma adesão quase total por parte dos alunos, que mostraram um amadurecimento refletido por suas reflexões e seus discursos.

O retorno ao ambiente acadêmico trouxe também um reflexo sobre minha motivação, fato que não passou despercebido dos alunos e dos colegas que trabalham comigo. Essa motivação acabou também contagiando os alunos, que responderam positivamente à mudança das aulas. O reencontro com a UFJF também me reaproximou dos vários programas de extensão da instituição que visam a aproximação da universidade com o ensino básico e pude levar alguns deles para a escola.

Todas as experiências vivenciadas durante a realização deste curso transformaram o modo como interpreto e exerço a docência e considero que esta oportunidade contribuiu muito com minha formação e a de meus alunos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por permear cada momento de minha existência com o dom do amor.

Aos meus pais, Rosa e José Maurino, pelo amor e dedicação e por se fazerem exemplos a me guiar pelos caminhos do bem.

À Tia Ana, por me mostrar que conhecimento é liberdade. Obrigada por se fazer presente, mesmo depois de partir.

Ao Geraldo, companheiro que compartilha comigo a vida e os sonhos. Obrigada pela compreensão e pelo apoio durante estes dois anos tão difíceis.

Aos colegas de turma do PROFBIO, pela generosidade, pelas boas risadas e pelo companheirismo durante a jornada. A companhia de vocês tornou tudo mais leve.

À Marina, pelas palavras de incentivo e pelo café que renovava o ânimo depois de horas de aula.

Aos professores do programa, pelas valiosas lições e pela compreensão com nossas limitações de tempo e energia. Em especial à Professora Simone Moreira, coordenadora do curso, sempre solícita e paciente para resolver os inúmeros percalços burocráticos que surgiam.

À minha orientadora, Professora Michele Munk, por seu empenho e disponibilidade, por acreditar em meu trabalho e pela sensibilidade no olhar para a educação pública.

À Professora Heloisa Bizarro, pela contribuição na qualificação e por aceitar compor a banca de defesa.

Ao Professor Carlos Maranduba, pelas contribuições na qualificação e na pré-defesa.

À amiga e Professora Karla Yotoko, minha “Geração Parental Acadêmica” e responsável em grande parte por minha trajetória profissional, pelos ensinamentos (que vão muito além da biologia), pela amizade e pelo carinho que tem resistido intactos ao passar do tempo. Agradeço também por aceitar o convite para compor a banca.

Ao Professor Marcelo Santos, pelo incentivo para que eu participasse do processo seletivo, pela avaliação inicial do projeto e pelas relevantes observações durante a pré-defesa.

Às amigas Dani e Marta, pela torcida, pelo apoio logístico, pelos sorrisos, por ouvir meus desabafos e me darem o suporte emocional necessário quando o cansaço ameaçava me vencer. Vocês não têm ideia do quanto são partícipes desta conquista.

À toda a comunidade escolar da EE Clorindo Burnier, por tornar possível a realização deste trabalho.

Aos alunos, fonte de inspiração para que eu sempre queira dar o meu melhor. Em especial aos que foram sujeitos desta pesquisa, pela participação engajada e generosa nas atividades.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

É preciso eternizar as palavras da liberdade ainda e agora...
Conceição Evaristo (2008)

RESUMO

No Brasil, apesar do mito da existência de uma democracia racial, os vários indicadores sociais ainda apontam para uma diferença marcante entre as condições de vida das populações de negros e brancos; além disso, as relações sociais apresentam-se muitas vezes marcadas pelo preconceito e comportamentos racistas que são adotados e aceitos cotidianamente. Diante da necessidade de garantir a igualdade entre todos os cidadãos brasileiros foram criadas leis tanto para tipificar o crime de discriminação quanto para inserir a dimensão preventiva através da educação - Leis 7716/1989 e 9394/1996, respectivamente. Considerando que ainda é persistente a questão da discriminação racial e avaliando a legislação em vigor, entende-se como necessária a intervenção das diversas áreas do conhecimento, dentro do âmbito escolar, no sentido de prover os alunos de uma formação crítica e voltada ao respeito e valorização da diversidade e dignidade de todo ser humano. Em especial, a biologia, a partir dos conceitos de classificação e diversidade genética, pode ser uma valiosa ferramenta para ajudar os alunos da educação básica a reformular suas concepções a respeito da definição de raça, capacitando-os a perceber a inadequação do termo para populações humanas. O objetivo deste estudo é apresentar uma nova sequência didática para a abordagem de alguns conteúdos curriculares relacionados ao tema de genética no ensino médio, tais como herança poligênica (com ênfase na herança da cor da pele em humanos), genética humana e identidade genômica das espécies. No trabalho aqui proposto foram realizadas ações educativas e investigativas marcadas pelas relações de interação para abordar a temática do racismo, utilizando conhecimentos biológicos para investigar e desconstruir o conceito de existência de raças em humanos. Analisando os dados a partir de elementos como anotações em diário de bordo, desempenho em prova, produção de trabalhos e dados comparativos da aplicação de questionários antes e após a exposição à sequência didática concluímos que o conjunto das atividades propostas melhorou consideravelmente o entendimento dos alunos sobre os conceitos abordados e sobre a não existência de raças biológicas em seres humanos.

Palavras-chave: Sequência didática. Genética humana. Evolução humana. Racismo.

ABSTRACT

In Brazil despite the myth of the existence of racial democracy, the several social indicators still point to a significant difference between the living conditions of black and white populations; in addition social relations are often marked by prejudice and racist behavior that is adopted and accepted daily. In view of the need to guarantee equality among all Brazilian citizens, laws were created both to criminalize discrimination and to insert the preventive dimension through education - Laws 7716/1989 and 9394/1996, respectively. Considering that the issue of racial discrimination is still persistent and evaluating the legislation in force, a school intervention is needed, in order to provide students with a critical education focused on respect and value of the diversity and dignity of all humans. In particular, biology's concepts of classification and genetic diversity, can be a valuable tool to help students of basic education actively to reformulate their conceptions about the race's definition, enabling them to perceive the inadequacy of the term for populations human beings. The aim of this study is to present a new didactic sequence to approach some curricular contents related to the subject of genetics in high school, such as polygenic inheritance (with emphasis on the inheritance of skin color in humans), human genetics and genomic identity of species . In this work, educational and investigative actions marked by interaction relations which carried out to address the theme of racism, using biological knowledge to investigate and deconstruct the concept of race existence in humans. Analyzing the data from elements such as class diary, test performance, work presentations and comparative data from the application of questionnaires before and at the end of the study, we concluded that the set of activities proposed improved considerably the students' understanding of the concepts addressed and the non-existence of biological races in humans.

Keywords: Didactic sequence. Human genetics. Human evolution. Racism.

SUMÁRIO

1 Introdução	14
2 Referencial Teórico	17
2.1 Educar Para?	17
2.2 Pesquisa-ação como inspiração metodológica	19
2.3 Ensino por investigação em biologia	22
2.4 Ensino de ciências e biologia no Brasil	23
2.5 Legislação	24
2.6 Racismo no Brasil: estrutural e cotidiano	26
2.7 A desigualdade racial como herança	28
2.8 Classificação e Diversidade	32
2.9 Tipologias da humanidade e racismo científico	33
2.10 Fatores que atuam sobre a variabilidade genética das populações	36
2.11 Determinação da cor da pele em humanos	41
2.12 Contribuição da genética molecular na desconstrução do conceito de raças	43
2.13 Educação para as relações étnico-raciais sob o olhar da biologia	45
3 Objetivos	48
4 Procedimentos Metodológicos	49
4.1 Aplicação da sequência didática	49
4.2 Avaliando a efetividade da sequência	57
5 Resultados e Discussão	58
5.1. Informações do pré-teste	58
5.2 Fase de sensibilização	63
5.3 Fase de construção de conhecimentos teóricos	69

5.4 Notas da prova bimestral	77
5.5 Apresentação dos alunos na feira multidisciplinar	79
5.6 Análise do pós-teste	91
5.7 Considerações finais	96
Referências Bibliográficas	98
Apêndice 1 – Questionário de avaliação da sequência	103
Apêndice 2 – Questões do Jogo do Privilégio	104
Apêndice 3 – Bibliografia disponibilizada aos alunos	106
Apêndice 4 – Questões relativas aos seminários incluídas na prova bimestral	107
Apêndice 5 – Ficha de avaliação dos trabalhos apresentados na feira multidisciplinar .	110
Apêndice 6 – Produto educacional: Roteiro para utilização da sequência didática	111

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a escola constitui-se em uma instituição que passa por profunda crise de identidade, refletindo as tensões entre as expectativas que os diversos setores sociais depositam nela. Afinal, qual é o papel da educação formal escolarizada em nossa sociedade?

A multiplicidade de respostas à esta pergunta tem gerado sérias dificuldades no estabelecimento de políticas públicas de ensino claras e contínuas para o país, bem como para os profissionais que atuam no magistério. Logo, faz-se primordial que o (a) professor (a) tenha clareza dos princípios que pautam sua práxis docente. Esta dissertação está alinhada com a visão educativa de Frei Betto (2018) e Paulo Freire (2018), que atribuem à escola os deveres de despertar a reflexão crítica, formar sujeitos históricos e pessoas capazes de mudar a realidade.

Muitas vertentes podem contribuir para um processo educativo de tal monta e uma das formas de estímulo à criticidade dos educandos é aproximá-los da maneira como os conhecimentos científicos são produzidos. Para tanto, os alunos devem ocupar o protagonismo de sua aprendizagem, superando a perspectiva puramente transmissional de ensino – chamada de “educação bancária” por Paulo Freire (1987). Colocar os discentes em posição questionadora deve tornar também o (a) professor (a) um pesquisador de sua prática, fazendo de sua sala de aula um laboratório de observações. Este modo de ensinar é a base de uma metodologia conhecida como pesquisa-ação (Tripp, 2005). Consonante a esta proposta podemos adicionar também a participação do aluno como investigador que toma parte no processo de pesquisa e produção do conhecimento. Tais abordagens classificam-se entre as metodologias conhecidas como “ensino por investigação”, que, conforme Trivelato e Tonidandel (2015), podem contribuir no esforço de aproximar os estudantes da cultura científica.

O trabalho apresentado nesta dissertação inspira-se na pesquisa-ação e no ensino por investigação para subsidiar a construção de uma sequência didática que oportuniza aos discentes vivenciarem uma forma investigativa de aprendizado em biologia. Escolhemos o tema “racismo” para contextualizar vários conteúdos curriculares, como: genética quantitativa, genética molecular, biodiversidade, genética de populações e evolução humana. O olhar interligado para diferentes temas, tradicionalmente estruturados de forma estanque e fragmentada, contribui para o desenvolvimento de uma visão holística do fenômeno *vida* e proporciona a percepção da espécie humana como integrante deste fenômeno.

Trazer a temática da discriminação racial para o âmbito escolar é de fundamental importância, visto que, no Brasil, apesar do propalado mito da existência de uma democracia

racial, os vários indicadores sociais ainda apontam para uma diferença marcante entre as condições de vida das populações de negros e brancos.

A legislação brasileira estabelece constitucionalmente a igualdade entre todos os cidadãos. Entretanto, a referida garantia constitucional não foi suficiente para evitar a discriminação de alguns grupos e em 1989 foi tipificado como crime “a discriminação ou preconceito de raça, cor, etnia, religião ou procedência nacional” (Lei 7716/1989). A esse ordenamento jurídico soma-se a Lei 10.639/2003, que acrescenta à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394/1996) a obrigatoriedade do ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana para todas as redes de ensino.

Entretanto, para além de uma exigência legislativa, a própria configuração social exige que todas as ações educativas visem catalisar uma mudança de comportamento em relação ao respeito e valorização da diversidade e dignidade de todo ser humano. Em especial, a biologia, a partir dos conceitos de classificação e diversidade genética, pode ser uma valiosa ferramenta para ajudar os alunos da educação básica a reformular suas concepções a respeito da definição de raça, capacitando-os a perceber a inadequação do termo para populações humanas. A definição do conceito de raça pode ser um importante fator para se abordar a temática, objetivando a valorização da diversidade humana em todos os aspectos. O grau de similaridade genética que une a espécie *Homo sapiens*, mantido por um considerável fluxo gênico (Templeton, 1999), invalida o uso do termo “raça” para os seres humanos e pode ajudar o estudante a perceber que não existe base biológica para justificar o preconceito enraizado culturalmente na sociedade.

Para Lima & Silva (2015), “a escola deve ser um espaço para a construção da pluralidade cultural, social e estética, ajudando a desconstruir um padrão estético de beleza herdado da cultura europeia branca”. Considerando essa prerrogativa do espaço escolar, “é preciso dar visibilidade ao negro/a de forma positiva e desconstruir estereótipos, com ênfase na história desse grupo étnico que até então foi negligenciada” (Anjos e Roxo, 2014). Em contribuição a tais demandas, o ensino de biologia pode auxiliar no processo de combate ao racismo ao trabalhar junto aos discentes os conceitos de: (i) identidade genômica – o Projeto Genoma Humano revelou uma similaridade genética de 99,9% entre os seres humanos e (ii) evolução humana – o caráter adaptativo do traço “cor da pele” permite uma alta variabilidade, graças à ação da seleção divergente; o recente surgimento dos humanos aliado ao tamanho populacional e às altas taxas de migração não proporcionam os requisitos para estabelecer um

isolamento que leve à especiação ou a uma diferenciação genética suficiente para o estabelecimento de raças.

O produto idealizado neste trabalho é um roteiro de aplicação de uma sequência didática de quinze aulas, pensadas para alcançar os alunos nos seguintes percursos formativos: sensibilização, construção de conhecimentos teóricos, reflexão e apresentação do que foi aprendido. As estratégias a serem adotadas foram definidas a partir da análise das concepções iniciais dos estudantes e foram se adequando pelas observações da professora regente ao longo do processo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste texto apresentamos as inspirações teóricas que apoiam nossa visão acerca da educação enquanto instrumento de crítica e transformação, seguidas pela caracterização da pesquisa-ação como estratégia investigativa, além de um breve histórico acerca do ensino de biologia no Brasil. Abordaremos também as bases legislativas atuais pertinentes à educação para valorização da diversidade humana, os processos históricos geradores de desigualdades e o papel das ciências biológicas no suporte às práticas racistas – no passado – e a visão atual, que vai justamente em sentido contrário. Finalizamos destacando algumas possibilidades de abordagem nas aulas de biologia.

2.1 EDUCAR PARA?

Quando pensamos o sistema social de ensino vigente pressupomos uma série de finalidades para a educação de nossas crianças e jovens. Entretanto, tais assunções podem ser propositalmente induzidas por determinados estratos sociais, que envidam numerosos esforços para que não reflitamos sobre elas. Logo, é bastante comum entre vários profissionais da educação a ideia de que educamos para o mundo do trabalho. De acordo com esta visão do processo formativo escolar temos como objetivo que os egressos da educação básica tenham algumas características específicas, como: a capacidade de reproduzir informação, o domínio de técnicas, a habilidade de realizar cálculos, a disposição de se adequar a um sistema hierárquico, entre outras. Essa perspectiva não constitui-se, por si só, um problema; a grande questão é a escola se esgotar nestas possibilidades, ignorando a multiplicidade de sujeitos que a ela chegam. Uma educação pensada desta maneira atende ao interesse de uma pequena parcela da população na manutenção do *status quo*, resultando em que bons trabalhadores continuem gerando outros bons trabalhadores. Neste contexto, onde há espaço para os pensadores, para os empreendedores, para os gestores ou para os analistas? A formação que proporciona as habilidades necessárias para além da execução automática de tarefas fica então por conta de um sistema paralelo e suplementar de educação, a que poucos têm acesso. Em um modelo de educação assim caracterizado a forma de ensinar apoia-se nas práticas tradicionais centradas na transmissão de conhecimentos pelo (a) professor (a) aos alunos (Betto, 2018; Krasilchik, 1988).

Mas, e se partirmos do princípio de que a educação deve prover os sujeitos de habilidades que os levem a ser mais do que meros executores de tarefas? Se implícito à intenção formativa estiver a promoção das capacidades de analisar, planejar, intervir ou modificar o estado de coisas? Se esta for a perspectiva adotada, novos pressupostos devem ser

estabelecidos. É neste sentido que o presente estudo busca nas ideias de Paulo Freire as bases para uma prática de ensino que promova a autonomia intelectual do estudante, quando considera que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (Freire, 2018). Para Freire, uma prática assim subsidiada deve estimular a capacidade crítica do educando.

Em consonância com a visão freiriana encontramos também os apontamentos de Frei Betto, no que diz respeito ao papel da escola; o autor coloca entre os desafios desta instituição a provocação de uma reflexão crítica sobre o que se estuda, bem como uma formação cidadã (Betto, 2018). Assim, para o autor

O valor da escola se mede por sua capacidade de inserir educandos e educadores em práticas sociais cooperativas e libertadoras. Por isso, é indispensável que a escola tenha clareza de seu projeto político pedagógico, em torno do qual deve prevalecer o consenso de seus educadores. Sem essa perspectiva, a escola corre o risco de ficar refém da camisa de força de sua grade curricular, como mero aparelho burocrático de reprodução bancária do saber.

Reinventar o futuro é começar por revolucionar a escola, transformando-a em um espaço cooperativo no qual se intercalem a formação intelectual (consciência crítica), científica e artística de protagonistas sociais comprometidos eticamente com o desafio de construir outros mundos possíveis [...]. (BETTO, 2018, p. 95-96).

Em um ambiente escolar como o delineado acima a escola tem um papel que vai além de apenas preparar para o mundo do trabalho, mas deve pretender também estimular o protagonismo social através de uma educação crítica e participativa que, segundo Betto (2018), “só se desenvolve em sintonia com os processos reais de emancipação em curso e as reflexões teóricas que fundamentam tais processos”.

Para que o educador oportunize aos educandos vivenciar uma construção de conhecimentos com este caráter de criticidade é imprescindível reforçar a curiosidade de quem aprende. É sob essa premissa que Freire afirma que “ensinar não se esgota no tratamento do objeto ou conteúdo, superficialmente feito, mas se alonga à produção das condições em que aprender criticamente é possível.” (Freire, 2018).

Inspiradas por essa perspectiva pedagógica acima delimitada optamos por adotar na realização deste trabalho abordagens metodológicas que proporcionassem aos discentes ocupar a centralidade do processo ensino-aprendizagem.

2.2 PESQUISA-AÇÃO COMO INSPIRAÇÃO METODOLÓGICA

Assim como outras disciplinas do ensino médio, a biologia tem sido abordada quase que exclusivamente sob a égide do ensino transmissional, contrastando com toda a dinamicidade que caracteriza esta ciência. Estudar biologia desta forma torna-se maçante e desestimulante, pois limita-se à memorização de regras, nomes, conceitos etc. Não obstante a percepção de professores de biologia sobre esta situação, práticas arcaicas do tipo “cuspe e giz” continuam predominando nas salas de aula de todo o país. Para modificar este cenário é imperativo que os professores busquem respaldo em novas metodologias de ensino, que proporcionem aos alunos se apropriarem do conhecimento de forma a torná-lo significativo. Exatamente na persecução deste objetivo é que o presente estudo busca nos elementos da pesquisa-ação e do ensino por investigação a inspiração para delinear uma sequência didática que confira ao aluno uma postura mais participativa no processo de construção de seu conhecimento.

Franco (2005) aponta a multiplicidade de situações em que a pesquisa-ação vem sendo adotada, afirmando que “nas últimas décadas a metodologia tem sido aplicada de diferentes maneiras, a partir de diversas intencionalidades, passando a compor um vasto mosaico de abordagens teórico-metodológicas, o que nos instiga a refletir sobre sua essencialidade epistemológica, bem como sobre suas possibilidades como práxis investigativa”.

Embora a pesquisa-ação seja nossa referência de abordagem, não podemos afirmar que o trabalho que será aqui descrito possa ser classificado como tal. O cuidado ao usar a terminologia advém das observações de Teixeira e Neto (2018), que publicaram uma ampla revisão sobre o uso do termo “pesquisa-ação” em dissertações e teses em ensino de biologia. Os autores apontam que a popularidade do conceito acabou por generalizar sua utilização, a despeito do rigor metodológico. Com esta consideração em mente, podemos dizer que a sequência ora apresentada reúne vários elementos desta metodologia, embora não atenda a todos os seus pressupostos. Portanto, apesar de articular pesquisa e ação, tomamos o cuidado de não utilizarmos o termo indevidamente. Para que se entenda melhor a restrição aqui adotada, faremos uma breve caracterização da “pesquisa-ação”.

Franco (2005) destaca que, originalmente, a metodologia pautava-se por um conjunto de valores, tais como a construção de relações democráticas; a participação dos sujeitos envolvidos; o reconhecimento de direitos individuais e das minorias; etc. A autora aponta ainda que tem se deparado com três conceituações alternativas de pesquisa-ação:

a) quando a busca de transformação é solicitada pelo grupo de referência à equipe de pesquisadores, a pesquisa tem sido conceituada como pesquisa-ação colaborativa, em que a função do pesquisador será a de fazer parte e cientificizar um processo de mudança anteriormente desencadeado pelos sujeitos do grupo;

b) se essa transformação é percebida como necessária a partir dos trabalhos iniciais do pesquisador com o grupo, decorrente de um processo que valoriza a construção cognitiva da experiência, sustentada por reflexão crítica coletiva, com vistas à emancipação dos sujeitos e das condições que o coletivo considera opressivas, essa pesquisa vai assumindo o caráter de criticidade e, então, tem se utilizado a conceituação de pesquisa-ação crítica;

c) se, ao contrário, a transformação é previamente planejada, sem a participação dos sujeitos, e apenas o pesquisador acompanhará os efeitos e avaliará os resultados de sua aplicação, essa pesquisa perde o qualificativo de pesquisa-ação crítica, podendo ser denominada de pesquisa-ação estratégica. (FRANCO, 2005, p. 485).

O trabalho desenvolvido para esta dissertação aproxima-se bastante da terceira conceituação acima referida, qual seja, *pesquisa-ação estratégica*. Uma característica também mencionada por Franco (2005) é a premissa de mudança de uma determinada situação social, em que encontramos forte consonância com nossa proposta.

Entretanto, pela natureza deste trabalho – dissertação de mestrado – alguns elementos chave da metodologia não puderam ser contemplados e após uma breve caracterização do método apontaremos tais elementos. Teixeira e Neto (2018) sintetizaram as características de uma pesquisa-ação, conforme apresentado no quadro 1:

Quadro 1 – Conjunto de indagações úteis para caracterização de uma pesquisa-ação.

i) Quanto aos objetivos:

- Há ação deliberada visando a modificação e/ou a transformação de uma realidade?
- O pesquisador não impõe ou direciona individualmente o problema da pesquisa?
- A definição de problemas, objetivos, prioridades e ações do projeto é realizada em regime de partilha entre os participantes (pesquisadores e atores), respeitando e atendendo aos interesses do grupo envolvido?
- Pesquisadores e atores interagem coletivamente para modificar situações e gerarem conhecimentos sistematizados em relação ao processo desenvolvido?
- As ações desenvolvidas partem de problemas oriundos e/ou vivenciados pelos participantes?

ii) Sobre as relações entre os atores envolvidos:

- A relação estabelecida entre as partes envolvidas é horizontal/democrática/dialógica?
- Existe participação coletiva ao longo do projeto? É um projeto que fomenta a participação de todos?

- Se configura, ao longo do projeto, a figura do pesquisador coletivo?

iii) Sobre a metodologia de trabalho:

- O planejamento é flexível e ajustável?
- São utilizadas práticas dialógicas e participativas para definição dos rumos do projeto?
- Utiliza alguma variação das espirais cíclicas como forma de conduzir o projeto?
- São utilizadas múltiplas estratégias e recursos no processo de produção de dados sobre o projeto?
- A análise de dados e resultados da pesquisa é desenvolvida coletivamente?

iv) Sobre os resultados alcançados:

- Há geração de produto acadêmico (tese, dissertação, artigo, etc.)?
- Os resultados foram publicizados e discutidos em grupo?

v) Sobre as intencionalidades inerentes ao projeto desenvolvido:

- Assumem intencionalidades pragmáticas?
- Assumem intencionalidades crítico-emancipatórias?

Fonte: Teixeira e Neto (2018).

Uma das principais características que não foram incorporadas a este trabalho é o direcionamento da pesquisa de forma coletiva, tendo em vista a necessidade de apresentação prévia do projeto antes de sua execução. Logo, a proposição do problema a ser respondido partiu individualmente da professora/mestranda e este fato compromete o modelo de agir comunicativo, entendido por Franco (2005) como condição necessária de qualquer concepção de pesquisa-ação.

A análise dos resultados também foi realizada individualmente, pois os sujeitos da pesquisa (alunos do 3º ano do ensino médio) tornaram-se egressos da escola ao término do projeto. Além disso, a horizontalidade da relação entre a pesquisadora e os sujeitos da pesquisa não foi possível, mesmo que o bom relacionamento tenha sempre pautado os trabalhos, já que se tratava de uma relação com presumida hierarquia (professora-alunos).

Ainda que nem todas as condicionantes tenham entrado na composição da sequência a ser apresentada, nos apoiamos nos seguintes aspectos da pesquisa-ação: objetivo de transformação de uma dada realidade, vivenciada pelos participantes (combate ao racismo); dialogicidade das relações (embora parcialmente); flexibilidade do planejamento; utilização das espirais cíclicas durante o processo e a utilização de múltiplos recursos na produção de dados.

Diante das questões discutidas, optamos por não classificar esta dissertação como pesquisa-ação, como forma de evitar uma incorreção conceitual. Entretanto, pela natureza

interventiva e pela intencionalidade crítica da proposta, consideramos que a pesquisa-ação se constituiu em nosso referencial metodológico a guiar as práticas realizadas.

2.3 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM BIOLOGIA

Ao contrário do que o senso comum sugere, o ensino por investigação não necessariamente precisa passar pela experimentação. Como destacam Trivelato e Tonidandel (2015), alguns assuntos da biologia podem ser investigados através da análise das narrativas históricas e da comparação de evidências acumuladas na literatura.

Uma característica marcante nas atividades investigativas é a preocupação com a aprendizagem dos alunos, que tem seu foco deslocado da assimilação de conteúdos científicos para sua inserção na cultura científica e para o desenvolvimento de habilidades que são próximas do “fazer científico”. É importante que as atividades investigativas incluam a motivação e o estímulo para “refletir, discutir, explicar e relatar, o que promoverá as características de uma investigação científica”. (Trivelato e Tonidandel, 2015).

Sasseron (2015) afirma que um ponto fundamental do ensino por investigação está na intenção do professor em oportunizar o papel ativo de seu aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos. É a partir desta premissa, conjugada aos princípios da pesquisa-ação, que idealizamos a sequência didática apresentada neste trabalho.

Sasseron (2015) destaca ainda que o ensino por investigação caracteriza-se por ser uma forma de trabalho em que o professor tem como objetivo promover o engajamento da turma nas discussões e, enquanto os estudantes travam contato com fenômenos naturais na busca da resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação inerentes à prática científica. Assim, admitimos que o tema da discriminação racial seja uma questão com este potencial de engajar os alunos, visto que muitos deles podem já ter sido vítimas ou, pelo menos, ter testemunhado tais situações em seu cotidiano.

Alguns elementos do ensino por investigação apontados por Trivelato e Tonidandel (2015) também constituem-se aspectos marcantes na concepção de nossa pesquisa, como a elaboração de hipóteses em grupos de discussão (ao propor as questões dos seminários), trabalho analítico dos dados (fornecidos em literatura auxiliar pela professora ou pesquisados pelos alunos), discussão com os pares e apresentação de conclusões (ao propor a apresentação dos seminários e outros trabalhos).

2.4 ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA NO BRASIL

Cada época traz os marcos de seu momento histórico nas diversas manifestações sociais. Nas artes, na filosofia, na política, na ciência e nas práticas pedagógicas encontramos ecos da situação socioeconômica, das ideologias em vigor, do cenário global e de quaisquer elementos que permeiem a atividade humana. Assim, as políticas educacionais refletem interesses e correntes de pensamento que se modificam ao longo do tempo. O ensino de ciências e biologia no Brasil sofreu diretamente estas influências e, por conseguinte, também mudou significativamente nas últimas décadas (Krasilchik, 1988).

Na década de 1970, como aponta Longhini (2012), o foco do ensino de ciências era a experimentação e a vivência do método científico. As práticas eram marcadas pela participação dos alunos na reprodução de experimentos a partir de um roteiro previamente elaborado e que conduzia o estudante à redescoberta baseada na replicação de procedimentos.

Ao longo dos anos 1970, o ensino de ciências esteve fortemente influenciado pela “concepção empirista de ciência, segundo a qual as teorias são originadas a partir da experimentação, de observações seguras e da objetividade e neutralidade dos cientistas. O objetivo principal das aulas referentes às ciências era a vivência do método científico pelos alunos”. (Longhini, 2012).

Além disso, os anos 1970 compreenderam o período em que o Brasil estava sob regime militar e em que várias mudanças foram implementadas na legislação educacional. Tais mudanças sofreram forte influência de uma mentalidade tecnicista, alimentada pelo impacto da revolução técnico-científica. Como apontado por Borba (2013), o ensino de biologia procurava priorizar aspectos que capacitassem o educando para exercer determinadas funções técnicas:

A tendência tecnicista, oriunda da internacionalização da educação brasileira, tinha por ideal a disseminação de um ensino voltado para a qualificação e formação de mão de obra para que pudesse sustentar o mercado de trabalho e, sobretudo, as empresas internacionais e multinacionais que se instalavam no Brasil.

Esses programas, porém, pressupunham um ensino cujo objetivo era a rápida profissionalização. Muitas áreas de formação técnica passaram a surgir no Brasil e o ensino de biologia passou a ser reconhecido na formação para determinadas funções técnicas (BORBA, 2013, p.23).

Os anos 1980, por sua vez, foram caracterizados por proposições educacionais de diversas correntes educativas, as quais refletiam os anseios de redemocratização da sociedade brasileira (Borges e Lima, 2007). Pensar o ensino tornou-se permeado de ideias sobre crítica e

emancipação social, o que, segundo Longhini (2012), resultou na incorporação de mais um objetivo ao currículo do ensino das ciências no país: capacitar os alunos a discutir as implicações sociais do desenvolvimento científico. Neste contexto, ganha força a corrente de ensino conhecida como CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade.

A partir dos anos 90, a educação científica passou a ser considerada uma atividade estratégica para o desenvolvimento do país, um discurso compartilhado pela classe política, por cientistas e educadores, independentemente de posicionamentos ideológicos. Esta ideia apontava a existência de complexas interações entre a ciência e a sociedade; portanto, o simples oferecimento de uma educação científica escolar não seria suficiente para a formação de cidadãos capazes de lidar com as informações pseudocientíficas que invadiam a sociedade da época. (Nascimento et. al., 2010).

Nascimento et. al. (2010) apontam também que, apesar de as propostas de melhoria do ensino de ciências estarem fundamentadas numa visão de ciência contextualizada sócio, política e economicamente, da segunda metade da década de 1980 até o final dos anos 1990, as práticas de ensino continuaram de cunho informativo e descontextualizado, incutindo aos estudantes a percepção da ciência sob a antiga ótica positivista, que denotava a neutralidade como atributo da ciência.

A década de 1990 e os anos 2000 foram marcados por uma mentalidade de ensino que conciliasse a formação acadêmica com a apropriação do conhecimento para o exercício da cidadania, passando pela formação humana e valorização da diversidade, como apontam as legislações deste período e que serão assunto da próxima seção.

Característica marcante destes documentos é o abandono da mentalidade de conteúdos curriculares, substituída pelo desenvolvimento de habilidades e competências.

2.5 LEGISLAÇÃO

Nesta seção destacaremos os pontos da legislação educacional que pautaram nosso trabalho no que tange à formação ética e valorização da diversidade.

Em 1996 foi homologada a Lei de Diretrizes e Bases da educação – LDB (Lei 9394/1996). Ressaltamos na referida lei os seguintes artigos:

- Art. 3º - dos princípios que devem reger a educação: o item XII estabelece a “consideração com a diversidade étnico-racial” como um princípio norteador das ações pedagógicas.

- Art. 35 – das finalidades do ensino médio: entre as finalidades apontadas, o item III estabelece “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”.

- Art. 26 (adicionado pela Lei 10.639/2003) – Adiciona a obrigatoriedade do ensino da história e cultura afro-brasileiras. Apesar da menção à história, devemos ter em mente que a própria biologia também pode ter uma abordagem histórica das populações, se enquadrando no referido artigo.

Em 1998 são publicados os Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC, 1998), que reorganizam os conteúdos do ensino médio em áreas, a saber: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza (onde a biologia está inserida), Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Nesta publicação vemos surgir o conceito de competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos educandos, em detrimento de uma lista de conteúdos programáticos. Dentre as competências elencadas, no eixo “contextualização sociocultural”, nos referenciamos na habilidade a ser desenvolvida pelos alunos de “reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos”.

Além das leis supracitadas, as Diretrizes Curriculares Nacionais para educação das relações étnico-raciais (2013) também servem como referência para o trabalho docente ao estabelecer como princípio norteador o desenvolvimento da “consciência política e histórica da diversidade, objetivando eliminar conceitos, ideias, comportamentos veiculados pela ideologia do branqueamento e pelo mito da democracia racial”.

Por fim, a nova BNCC (MEC, 2018) – Base Nacional Comum Curricular - estabelece competências gerais e específicas que o educando deve desenvolver, com mediação do professor. Entre as competências gerais, dão suporte à tratativa da questão racial:

- Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, *compreendendo-se na diversidade humana* e reconhecendo suas emoções e as dos outros (...).

- Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com *acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais (...)*.

- Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em *princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários*.

Entre as competências e habilidades específicas da área de Ciências da Natureza, destacam-se:

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

- Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de *discriminação, segregação e privação de direitos* individuais e coletivos para *promover a equidade e o respeito à diversidade*.

2.6 RACISMO NO BRASIL: ESTRUTURAL E COTIDIANO.

Podemos considerar como preconceito racial, segundo Nogueira (2006), “uma disposição (ou atitude) desfavorável, culturalmente condicionada, em relação aos membros de uma população, aos quais se têm como estigmatizados, seja devido à aparência à ascendência étnica que se lhes atribui ou reconhece”.

A questão que se apresenta nesta seção é: esse tipo de preconceito existe no Brasil ou vivemos sob uma democracia racial?

De acordo com Nascimento (2016), construiu-se no Brasil o conceito da democracia racial; tal expressão refletiria uma relação concreta na dinâmica da sociedade brasileira: que negros e brancos vivem em condições de igualdade, sem nenhuma interferência das respectivas origens raciais ou étnicas. Entretanto, vários indicadores sociais mostram uma situação oposta, em que as populações negras têm acesso a condições de vida bastante diferentes das populações brancas. O *Atlas da Violência* (IPEA, 2018), por exemplo, traz alguns números reveladores sobre tais condições:

- Entre as vítimas de homicídio, 71, 5% são de negros;
- Mulheres negras têm chance 71% superior de serem vítimas de homicídio, quando comparadas com mulheres brancas;
- Entre 2006 e 2016, registrou-se uma elevação de 23,1% das taxas de homicídios na população negra; enquanto na população branca houve uma queda de 6,8%.

Além do documento referido acima, o relatório *Desenvolvimento Humano para Além das Médias*, publicado periodicamente pelas Nações Unidas, traz como indicador da qualidade de vida das populações um índice chamado *Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM*. Este relatório aponta atualmente, no Brasil, um IDHM de 0,777 para a população branca, enquanto para a população negra o índice é de 0,679 (PNUD, 2017). Apesar da diferença ainda marcante, o relatório aponta que a diferença entre o IDHM de brancos e negros caiu pela metade no período entre os anos 2000 e 2010.

Um outro dado a corroborar tal cenário de desigualdade é o percentual de negros entre a população carcerária: 61,67% (Moura e Ribeiro, 2014).

Os dados acima ilustram uma enorme desigualdade entre as condições de vida entre negros e brancos e é neste sentido que se considera que o racismo na sociedade brasileira é estrutural, uma vez que a cor da pele converte-se em fator de risco para os indivíduos e determina que o acesso a bens e serviços e o exercício de direitos seja restringido. Resta claro que a população negra é a que mais morre, é a mais encarcerada e a que tem piores índices de qualidade de vida.

Além da medida estruturante em termos sociais, as demonstrações diretas e cotidianas de preconceito racial são fartamente registradas. Na fig. 1 trazemos um exemplo ilustrativo, como narrativa de um episódio de pichação em muros escolares, ocorrido recentemente em uma escola pública de Juiz de Fora:

Figura 1 – Pichação racista em muro escolar.



Fonte: <https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/frases-racistas-sao-pichadas-em-muro-de-escola-em-juiz-de-fora.ghml>

Como veremos mais adiante, as causas das desigualdades evidenciadas não têm origem biológica e não refletem nenhum tipo de hierarquia natural entre seres humanos. Logo, faz-se necessário delimitar as condições conjunturais que culminaram com a configuração social que presenciamos nos tempos atuais, proporcionando a percepção de que a organização vigente é apenas recorte instantâneo de um processo que se iniciou há séculos atrás com a colonização pelos portugueses.

2.7 A DESIGUALDADE RACIAL COMO HERANÇA

Para que se possa entender como chegamos ao séc. XXI com uma sociedade ainda tão desigual e discriminatória, precisamos buscar as raízes de nossa formação colonial e as características desse processo; pois, como apontado por Bethencourt (2018), “determinadas configurações de racismo só podem ser explicadas com a pesquisa de conjunturas históricas, que precisam ser comparadas e estudadas no longo prazo”.

O ponto de partida nos assinala a chamada “descoberta” do Brasil pelos portugueses, em 1500. Por volta de 1530, os africanos, trazidos sob correntes, já aparecem exercendo o papel de “força de trabalho”; em 1535 o comércio escravo para o Brasil estava regularmente constituído e organizado, e rapidamente aumentaria em proporções enormes

(Nascimento, 2016). Inicialmente, eles foram forçados a servir como mão de obra escravizada nas plantações de cana de açúcar, sendo mantidos sob esta condição nos ciclos econômicos seguintes transcorridos desde o período colonial (ouro, café).

Nascimento (2016) descreve com precisão os primórdios da fundação do país e os papéis que eram ocupados por negros e brancos àquela época:

O papel do negro escravo foi decisivo para o começo da história econômica de um país fundado, como era o caso do Brasil, sob o signo do parasitismo imperialista. Sem o escravo, a estrutura econômica do país jamais teria existido. O africano escravizado construiu as fundações da nova sociedade com a flexão e a quebra da sua espinha dorsal, quando ao mesmo tempo seu trabalho significava a própria espinha dorsal daquela colônia. Ele plantou, alimentou e colheu a riqueza material do país para o desfrute da aristocracia branca. (NASCIMENTO, 2016, p.59)

Como o tratamento dispensado aos escravizados era brutal, a mortalidade entre eles era alta e era necessário o aporte contínuo de grandes números de africanos trazidos através do tráfico negreiro. Logo a população de negros superou a de brancos, como relata Bethencourt (2018):

Apesar da elevada taxa de mortalidade dos escravos africanos no Brasil, a dimensão dos números envolvidos teve um impacto natural na estrutura da sociedade colonial. Em 1590, um total de mais de 100 mil indivíduos dividia-se em 30 mil portugueses, 28 mil índios e 42 mil africanos, com as capitanias de Pernambuco e da Bahia, onde o cultivo de cana já era importante, apresentando uma grande concentração de africanos, além de uma presença significativa de índios, muitos deles escravizados logo nas primeiras décadas de colonização. No início do séc. XVIII, a composição da sociedade colonial pode ter se estabilizado em cerca de 25% de brancos, 30% de mestiços e 45% de negros. (BETHENCOURT, 2018, p. 262-263).

A escravatura e todas as barbáries praticadas em seu bojo perduraram até 1888, quando o Brasil finalmente promoveu a abolição (foi o último país a fazê-lo). No entanto, isso não implicou em liberdade, de fato, para os negros escravizados.

Na maior parte dos casos as abolições se deram de forma gradual. Em várias situações a escravidão foi substituída por trabalho forçado, não só nas Américas como também na África. Nesse sentido, a situação prolongou-se pelo século XX em algumas colônias europeias. Os antigos escravizados passaram por muitos processos transitórios até chegar ao trabalho livre. A desumanização foi substituída pela segregação: os negros continuaram

marginalizados economicamente durante muitos anos, perpetuando sua condição (Bethencourt, 2018).

Como apontado por Nascimento (2016), a abolição, na verdade, atirou os africanos e seus descendentes à sua própria sorte, isentando de qualquer responsabilidade ou compensação os setores que promoveram a escravidão: os senhores, o Estado e a igreja. Não havia nenhuma preocupação sobre como essa população sobreviveria.

Embora não vigorasse entre a elite colonial brasileira um sistema específico de discriminação legal à época, cultivavam-se estereótipos ligados à noção de raça, que foram seguidos por um ideal de branqueamento e pela chegada ao Brasil das teses do chamado “racismo científico”. Jaccoud et. al (2009) caracterizam bem este período:

A abolição tampouco significou o início da desconstrução dos valores associados às “designações de cor”. Ao contrário, não apenas se observou a continuidade de fenômenos do preconceito e da discriminação racial, como estes foram fortalecidos com a difusão das teses do chamado “racismo científico”. A adoção pela elite brasileira de uma “ideologia racial” teve início nos anos 1870, tendo se tornado plenamente aceita entre as décadas de 1880 e 1920. A disseminação das teses racistas no Brasil e sua reconstrução na forma de ideologia racial ocorreram no período final da escravidão, enquanto estava em curso o processo de adaptação da sociedade à mudança do *status* jurídico dos negros.

A formulação e a consolidação da ideologia racista ocorridas nesse período permitiram a naturalização das desigualdades raciais que foram, assim, reafirmadas em novo ambiente político e jurídico (JACCOUD et. al, 2009 p. 262-263).

Veremos então a partir do período acima especificado o engajamento do Brasil em ideias que ficaram conhecidas em seu conjunto como “teoria das raças” ou ‘racismo científico’, que forneciam argumentos “científicos” para atestar a inferioridade dos negros. Examinaremos mais de perto estas ideias nas próximas seções; por ora, nos interessa a correlação estabelecida pelas mesmas com a “ideologia do branqueamento”, cujo objetivo era acabar com a população negra no país através da *miscigenação* – um eufemismo para o genocídio pretendido.

Como apontado por Nascimento (2016), um dos principais mecanismos utilizados para promover o “branqueamento” foi a violação sexual das mulheres negras pelo homem branco. O autor destaca ainda que o próprio governo promovia iniciativas com o intuito de “branquear” a população, como as políticas migratórias que proibiam a entrada de negros no país, enquanto estimulava a vinda de brancos europeus.

Adicionalmente à ideologia do branqueamento, outras práticas segregacionistas foram praticadas no decorrer do século XX. Até 1950, a discriminação explícita em empregos era uma prática corrente. Em geral, os anúncios de empregos eram publicados com a explícita seguinte advertência: “não se aceitam pessoas de cor”. Mesmo após a lei Afonso Arinos (1951), proibindo categoricamente a discriminação racial, as práticas continuaram a acontecer. (Nascimento, 2016).

Nascimento estabelece então cristalina correlação entre tais práticas discriminatórias e a condição socioeconômica dos negros no trecho a seguir:

Se os negros vivem nas favelas porque não possuem meios para alugar ou comprar residência nas áreas habitáveis, por sua vez a falta de dinheiro resulta da discriminação no emprego. Se a falta de emprego é por causa de carência de preparo técnico e de instrução adequada, a falta desta aptidão se deve à ausência de recurso financeiro. Nesta teia, o afro-brasileiro se vê tolhido de todos os lados, prisioneiro de um círculo vicioso de discriminação – no emprego – e trancadas as oportunidades que lhe permitiriam melhorar suas condições de vida. Alegações de que esta estratificação é “não racial” ou “puramente social e econômica” são chavões que se repetem e racionalizações basicamente racistas, pois o fator racial determina a posição social e econômica na sociedade brasileira (NASCIMENTO, 2016 P. 101).

Décadas se seguiram com esse racismo velado da sociedade, que, fora do país vendia a imagem de “democracia racial”, enquanto aqui dentro perpetuava e alargava a distância originalmente estabelecida à força entre a senzala e a casa grande. Somente no século XXI tímidas políticas afirmativas de direitos começaram a ser implementadas; necessárias, porém ainda insuficientes para promover a igualdade nas condições de vida entre negros e brancos (Nascimento, 2016). Entretanto, o aprofundamento destas questões foge ao escopo do presente trabalho.

Por todo o processo histórico resumidamente aqui exposto, é preciso ter em mente que o conceito de raça enquanto construção social é válido e necessário para direcionar políticas públicas que visem corrigir as desigualdades salientadas. Entretanto, a fim de não naturalizar estas diferenças, é importante que as pessoas saibam que não há nada biológico que determine tais condições. Veremos nas próximas seções como a ciência já endossou o racismo e o que ela tem a dizer atualmente a respeito do conceito de raças em seres humanos.

2.8 CLASSIFICAÇÃO E DIVERSIDADE

Ao lidar com a diversidade, nos mais diversos campos, existe uma necessidade inerente ao ser humano de classificar os elementos que a compõem. Na biologia não é diferente e o problema da Sistemática, em particular, é a diversidade biológica (Amorim, 2002).

Wilson (2012) considera como fundamental para o estudo dessa biodiversidade o conceito de *espécie*, que o autor define como o *graal* da biologia sistemática. Entretanto, o conceito de espécie não é simples e, como afirma Mayr (2003), talvez nenhum outro conceito na biologia seja tão controverso.

Entre as primeiras definições de espécie, que influenciou fortemente o pensamento de muitos naturalistas pré-darwinianos, está o conceito *essencialista*. Mayr (2003) afirma que, de acordo com este conceito, cada espécie é caracterizada por uma essência imutável (*eidos*) e é separada de todas as outras espécies por uma abrupta descontinuidade. Esta concepção remete ao conceito platônico de *eidos* e corresponde ao que as pessoas têm em mente quando se referem à essência ou natureza de um organismo. De acordo com esta ideia, todos os organismos pertencentes a uma mesma espécie compartilham a mesma essência imutável. Este pensamento foi tão influente que vigorou por séculos e serviu de inspiração para que os deterministas biológicos apontassem determinadas características como naturais de diferentes etnias.

O compartilhamento da mesma essência, segundo Mayr (2003), era inferido com base na similaridade. Assim, as espécies eram definidas como “grupos de indivíduos similares, diferentes dos indivíduos pertencentes à outra espécie”. As espécies seriam então “tipos” diferentes de organismos e qualquer variação era interpretada como imperfeição.

Após a publicação de *A Origem das Espécies* (1859) por Charles Darwin, a ideia de descendência comum começou a ganhar força e, no início do século XX, muitos sistematas se debruçaram sobre o conceito de espécie a partir desta perspectiva. Até que, em 1942, o ornitólogo Ernst Mayr formulou o conceito biológico de espécie: *agrupamentos de populações intercruzantes e que estão reprodutivamente isoladas umas das outras* (Futuyma, 1998).

O conceito apresentado por Mayr tem sido amplamente adotado pelos biólogos, entretanto, vários aspectos de sua definição requerem uma discussão mais detalhada.

Não é objetivo deste trabalho traçar um exaustivo histórico acerca do conceito de espécie, pois o conceito biológico se aplica muito bem para os seres humanos e para as discussões travadas no contexto de nossas práticas. Entretanto, é interessante registrar que

existem vários conceitos alternativos para espécie e, para o leitor interessado em uma abordagem mais aprofundada, recomenda-se a leitura da vasta bibliografia produzida por Ernst Mayr.

A contraposição que nos interessa aqui é a mudança do pensamento essencialista (tipológico) para o populacional, pois a partir desta transição é que poderemos abarcar a ideia de variabilidade.

2.9 TIPOLOGIAS DA HUMANIDADE E RACISMO CIENTÍFICO

No mundo clássico (séc. VI a IV a.C.) não existiam tipologias da humanidade claramente definidas, entretanto, a mudança da divisão entre leste e oeste (concebida pelos gregos) para a divisão entre norte e sul dos romanos provocou uma nova contraposição de agrupamentos populacionais. Nesta, os povos nórdicos opunham-se aos povos do Mediterrâneo pelo lento mas constante fluxo do mercado escravagista (Bethencourt, 2018).

Posteriormente, por ocasião da expansão oceânica europeia, diferentes povos passaram a travar contato, o que segundo Bethencourt (2018), promoveu o surgimento das primeiras tipologias humanas. Neste ponto vale ressaltar que tais classificações, como o próprio termo “tipologia” sugere, remontam à visão essencialista mencionada anteriormente. Estas rudimentares classificações eram baseadas em critérios como aparência física, vestes, linguagens, religião etc.

Foi só em 1767 que Carl Linnaeus, em seu *Systema Naturae*, apresentou a primeira classificação de seres humanos de caráter científico. Nesta obra, Linnaeus distinguiu quatro raças principais e qualificou-as de acordo com o que ele considerava suas características principais (Linnaeus, 1767 *apud* Pena, 2009):

- *Homo sapiens europaeus*: branco, sério, forte.
- *Homo sapiens asiaticus*: amarelo, melancólico, avaro.
- *Homo sapiens afer*: negro, impassível, preguiçoso.
- *Homo sapiens americanos*: vermelho, mal-humorado, violento.

Pena (2009) ressalta que embora Linnaeus e seus seguidores não tenham inventado o racismo, eles o reforçaram e o legitimaram, fornecendo um modelo “científico” que o referendasse. O autor ainda explicita os interesses econômicos que estavam subjacentes ao crescimento das teorias “científicas” das raças:

Uma investigação etiológica do racismo nos leva, como frequentemente acontece, ao vil metal. O tráfico de escravos da África para as colônias americanas foi uma atividade de enorme lucratividade para as nações envolvidas (Inglaterra, Portugal, Espanha e Holanda, entre outras) e teve expressivo impacto econômico [...].

Por outro lado, a motivação econômica para o abominável tráfico de escravos entrava em conflito com a fé cristã. Afinal, a doutrina da unidade da humanidade baseada no relato bíblico de Adão e Eva era um poderoso obstáculo ao desenvolvimento de ideologias racistas. A “solução” encontrada para conciliar a consciência cristã com as desumanidades a que os senhores submetiam seus escravos foi a invenção de uma ideologia que relegava aos africanos um *status* biologicamente inferior, assim negando-lhes a plena humanidade.” (PENA 2009, p.78).

Após a publicação da classificação de Linnaeus e mediante os interesses acima mencionados, diversos cientistas ao longo dos séculos XVIII e XIX se debruçaram sobre as metodologias que poderiam confirmar uma hierarquia natural entre os seres humanos, em uma constante busca pela definição das “essências” de cada raça. Este determinismo biológico, como explica Gould (2003), sustenta que as normas comportamentais compartilhadas, bem como as diferenças sociais e econômicas existentes entre os grupos humanos – principalmente de raça, classe e sexo – derivam de distinções herdadas e inatas, e que, nesse sentido, a sociedade seria um reflexo fiel da biologia.

Uma vez que o determinismo biológico é de evidente utilidade para os grupos detentores do poder, seria lícito suspeitar que ele também se origina de um contexto político. Porque, se o *status quo* é reflexo de uma organização da natureza, então qualquer mudança que imponha às pessoas uma organização não natural implicaria um elevado custo psicológico para os indivíduos e econômico para a sociedade (Gould, 2003).

A ciência multiplicou os métodos para explicar e mensurar as diferenças entre seres humanos. Já não bastava descrever características como os supostos graus de inteligência, os hábitos e o comportamento. Comparações morfológicas, como medição de crânios e comparação de esqueletos subsidiaram definições de uma hierarquia entre seres humanos. Esses padrões gerais de medidas conferiram credibilidade às classificações baseadas na noção de raça. Nesse contexto, o termo raça adquiriu um *status* científico que contribuiu para resumir as diferenças: acreditava-se que as características fenotípicas desafiavam a influência do ambiente, enquanto as capacidades morais e intelectuais estavam intimamente ligadas à aparência física (Bethencourt, 2018).

As ideias produzidas ao longo dos séculos XVIII e XIX a partir dos pressupostos citados foram reunidas sob a denominação de “racismo científico”, que afirmava que os humanos eram divididos em raças biologicamente diferentes (Pena, 2009). De acordo com a perspectiva tipológica, indivíduos que compartilhassem as mesmas características essenciais seriam da mesma raça.

Um dos cientistas que realizou trabalhos determinantes neste campo foi o médico Samuel Morton, que utilizava como metodologia a medição de crânios. De acordo com Gould (2003), Morton iniciou sua coleção de crânios humanos em 1820 e, ao longo da vida, conseguiu juntar mais de mil exemplares. O interesse de Morton era comprovar a hipótese de que uma hierarquia racial poderia ser estabelecida objetivamente através das características físicas do cérebro, particularmente no que se refere ao seu tamanho. Para inferir o tamanho do cérebro, Morton utilizava sementes de mostarda para preencher os crânios e então anotava o volume em metros cúbicos (Gould, 2003). Um resumo de suas medições pode ser observado na tabela 1:

Tabela 1 – Dados resumidos da capacidade craniana, segundo Morton.

Raça	Nº	Capacidade interna (pol. ³)		
		Média	Maior	Menor
Caucásica	52	87	109	75
Mongólica	10	83	93	69
Malaia	18	81	89	64
Americana	144	82	100	60
Etíope	29	78	94	65

Fonte: Gould (2003)

Os dados de Morton foram reavaliados por Gould, que concluiu que havia falsificações e acomodações evidentemente destinadas a confirmar crenças que Morton trazia *a priori*. Nesta reavaliação não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre as raças (Gould, 2003).

Outros cientistas, além de Morton, contribuíram na gênese do racismo científico, como Louis Agassiz, Francis Galton, Arthur Gobineau, Ernst Haeckel, entre outros. Todos estes cientistas colaboravam com a tese da inferioridade dos negros, através do provimento de argumentos “científicos” em favor desta tese (Bethencourt, 2018; Gould, 2003). No Brasil, o pioneiro destes estudos foi o psiquiatra Nina Rodrigues que, a partir do fim do século XIX, importou as ideias racialistas da Europa (Nascimento, 2016).

Pena (2009) ressalta que a noção de inferioridade biológica dos negros escravizados era tão arraigada naquela época, que até mesmo os abolicionistas acreditavam nela e defendiam

a abolição da escravidão por questões humanitárias, sem, contudo, estarem dispostos a considerá-los intelectualmente iguais aos europeus (Pena, 2009).

A publicação de *A Origem das Espécies* (1859) veio trazer uma nova forma de se interpretar as variações entre os seres vivos, propondo a seleção natural como mecanismo atuante sobre a variabilidade. Embora Darwin não conhecesse a origem da variabilidade a partir das mutações, assumia que as diferenciações entre os seres vivos se deviam à interação entre os indivíduos da população e o meio, sob a influência do mecanismo de seleção natural (Futuyma, 1998). As ideias de Darwin tiveram profundo impacto sobre a maneira como o ser humano interpretava o mundo e a si próprio. Uma das revoluções ideológicas promovidas no bojo dessas transformações foi a substituição do pensamento tipológico pelo pensamento populacional (Mayr, 1997, 2003). A partir desta nova visão, a variação deixa de ser percebida como imperfeição ou desvio do “tipo ideal” para se tornar um atributo real das populações de seres vivos. Ou seja, o pensamento populacional salienta a singularidade de todos os seres vivos (Mayr, 1997).

Bethencourt (2018) afirma que devido às transformações desencadeadas pela publicação da *Origem das Espécies*, podemos afirmar que Darwin contribuiu para a criação de uma nova estrutura científica e que tal estrutura levou à adaptação dos preconceitos relativos à ascendência étnica e às construções raciais.

2.10 FATORES QUE ATUAM SOBRE A VARIABILIDADE GENÉTICA DAS POPULAÇÕES

Admitindo que a característica fenotípica principal envolvida na percepção de raças em humanos seja a cor da pele e que esta seja determinada por cerca de quatro a seis genes, sujeitos a uma ação significativa da seleção natural (Pena, 2009), faz-se necessário um breve estudo acerca dos fatores que proporcionam e moldam os polimorfismos genéticos.

Polimorfismo é definido como o fato de os genes apresentarem diferentes formas ou versões, chamadas *alelos*. Em uma população pode haver de um a vários alelos de um mesmo gene, porém a maioria dos organismos é portador de apenas um (haploides) ou dois (diploides) alelos. Tais alelos são localizados sempre na mesma posição no cromossomo, chamada de *locus gênico*. Uma nova forma alélica é introduzida por mutação, o que envolve alterações de um ou mais pares de nucleotídeos em seu DNA. Esta variação alélica é a base para a variação hereditária (Griffiths et.al, 2001).

Sobre esta variação podemos dizer que o processo evolutivo opera em duas etapas: (i) as variações surgem nos indivíduos por mutação e (ii) as proporções destas variantes (frequências alélicas) mudam de geração em geração. Tais variações precisam ser herdáveis para que este processo aconteça (Futyma, 1998).

No caso de não ocorrerem tais mudanças nas frequências dos alelos, dizemos que as populações estão em uma condição conhecida como *Equilíbrio de Hardy-Weinberg*; sob esta condição de equilíbrio os acasalamentos devem ser aleatórios, a população deve ser grande o suficiente e os fatores evolutivos – mutação, fluxo gênico, seleção natural e deriva genética – devem estar ausentes (Shorrocks, 1980). Uma vez que os fatores evolutivos estejam presentes, as frequências irão se alterar. Veremos resumidamente o efeito de cada um destes fatores sobre a variabilidade.

2. 10. 1 Mutação

O termo mutação pode abarcar tanto as alterações em grande escala (mutações cromossômicas), quanto os eventos de alteração que ocorrem apenas em nível gênico (Griffiths et. al., 2001). Quando nos referirmos às mutações neste texto, focaremos no conceito de mutações gênicas.

Podemos conceituar mutação como o processo pelo qual são produzidas novas variedades, ou alelos, de um gene. Elas representam alterações (substituições, adições ou deleções) que ocorreram ao nível de um ou alguns nucleotídeos na molécula de DNA (Shorrocks, 1980). As mutações são, portanto, a fonte da variação. Entretanto, as mudanças nas frequências gênicas pelo processo de mutação são pequenas, uma vez que as taxas de mutação são muito baixas (entre outros fatores, graças aos mecanismos de reparo do DNA). Para que haja uma alteração significativa nas frequências dos novos alelos inseridos por mutação, é preciso que outros fatores evolutivos estejam atuando (Griffiths et. al., 2001).

2. 10. 2 Seleção Natural

Proposta por Darwin em seu livro *A Origem das Espécies*, em 1859 (Alfred Russel Wallace chegou, independentemente, às mesmas conclusões que Darwin e enviou suas formulações a ele um ano antes da publicação do livro), a seleção natural é a teoria central do processo evolutivo (Futuyma, 1998).

De acordo com Shorrocks (1980), essa teoria estava baseada em duas observações e em duas conclusões fundamentais:

Observações:

1. A variação, sob a forma de diferenças individuais, existe em todas as espécies ou populações.
2. Todos os organismos produzem descendentes em número muito maior do que aquele que sobrevive até a idade reprodutiva.

Conclusões:

1. Destes fatos Darwin concluiu que existe uma competição ou “luta” pela sobrevivência, na qual muitos indivíduos são eliminados.
2. As características dos indivíduos que são favorecidos neste processo de eliminação são transmitidas à geração seguinte e às futuras.

Nesta luta pela sobrevivência, os organismos mais adaptados ao ambiente têm uma probabilidade maior de sobreviver e transmitir suas características às próximas gerações. A esse processo de sobrevivência e reprodução diferenciais Darwin deu o nome de Seleção Natural, em analogia à seleção artificial feita por criadores de animais e plantas. (Griffiths et. al., 2001).

A probabilidade relativa de sobrevivência e taxa de reprodução de um fenótipo ou genótipo é conhecida como sua adaptabilidade darwiniana (ou valor adaptativo, ou *fitness*). Tal adaptabilidade é uma consequência da relação entre o fenótipo do organismo e o ambiente no qual ele vive (Griffiths et. al., 2001). Isto significa que uma mesma característica pode conferir maior adaptabilidade em um ambiente, mas ser desfavorável em um ambiente diferente (mais ou menos melanina em localizações de latitudes diferentes, por exemplo).

É importante destacar que o conceito de adaptabilidade envolve, obrigatoriamente, a transmissão diferencial dos traços aos descendentes. Neste sentido, a adaptabilidade darwiniana não deve ser confundida com a adaptabilidade física. Ou seja, não importa o quão favorável seja uma característica se ela não aumenta também as chances de reprodução (Griffiths et. al., 2001).

A adaptabilidade de um genótipo depende do *coeficiente de seleção* (s) que atua sobre ele (este coeficiente varia de 0 a 1). Em uma situação de favorecimento total, teríamos um $s = 0$. Ou seja, podemos dizer que a adaptabilidade equivale a $(1 - s)$. Então, quanto maior o coeficiente de seleção, menor a adaptabilidade do genótipo (Ridley, 2006).

Finalmente, dependendo da adaptabilidade de um genótipo, poderemos ter o favorecimento de um ou outro alelo; se a seleção for forte o suficiente, poderá resultar na

fixação de um dos alelos (no caso de seleção positiva) ou na eliminação (se a seleção for negativa). Frequências intermediárias podem ser mantidas através de um outro tipo de seleção – seleção estabilizadora – em que a heterozigose é favorecida (Ridley, 2006).

O intuito aqui é dar apenas uma ideia do funcionamento do processo de seleção natural para que o leitor possa entender a variabilidade associada aos genes envolvidos na determinação da cor da pele em humanos e, caso o leitor se interesse em aprofundar a leitura, sugerimos os livros de Futuyma (1998) – *Evolutionary Biology*; Ridley, (2006) – *Evolução*; e Shorrocks (1980) – *A Origem da Diversidade*.

2. 10. 3 Deriva genética

Em uma população de tamanho finito em que a seleção natural, a migração e a mutação não estão atuando, as frequências gênicas não permanecerão estáticas de uma geração para outra, pois ocorrem flutuações casuais nessas frequências. Qualquer geração de uma população de tamanho N é formada por uma amostra de $2N$ gametas, doados pela geração precedente. Apenas quando $2N$ é infinito os gametas podem representar o conjunto gênico da geração anterior sem distorção. Quando a contribuição gamética da geração parental for finita ocorrerão erros de amostragem que se tornarão maiores à medida que N se torna menor. Isto é, quanto menor é a amostra gamética, maior é a probabilidade de desvio de sua composição em relação à de todo *pool* de genes (Pierce, 2010). Estas flutuações casuais na frequência gênica, devidas a efeitos de amostragem, foram chamadas de deriva genética (Shorrocks, 1980).

Estas flutuações aleatórias das frequências gênicas, na ausência de outros fatores evolutivos, podem acabar levando a população a uma homozigose (quando um dos alelos é fixado). Considerando que em diferentes populações isoladas ocorra a fixação de alelos diferentes, teremos uma redução de variabilidade *dentro* das populações e um aumento de variabilidade *entre* as populações; ou seja, a deriva apresenta uma ação que promove a divergência de populações isoladas (Griffiths et. al., 2001).

Um caso particular de deriva genética é o chamado *efeito fundador* ou “gargalo”. Esta situação ocorre quando uma nova população é estabelecida por um pequeno número de colonizadores, que podem ser formados por poucos pares de acasalamentos ou por uma única fêmea inseminada (como em algumas fêmeas de insetos) (Futuyma, 1998).

Uma colônia iniciada por um pequeno número de fundadores sofrerá alguma perda genética e alelos menos comuns serão mais difíceis de estarem representados na população. Se

a população aumentar rapidamente em tamanho pode, através das mutações, restabelecer sua heterozigiosidade. Entretanto, se permanece pequena, a deriva continua a erodir sua variabilidade genética (Futuyma, 1998).

Nas discussões de variabilidade genética em humanos, é de especial interesse a participação do efeito fundador, tendo em vista que a teoria mais aceita é a de que os humanos se originaram na África e de lá migraram para outros continentes. Neste evento de migração, apenas uma parcela da variabilidade genética foi levada para fora da África (Oppenheimer, 2012).

2. 10. 4 Fluxo gênico

Populações naturais dificilmente estão completamente isoladas e estabelecem uma troca de genes entre elas, em maior ou menor extensão. Este processo é chamado de fluxo gênico. Este fluxo, se não for contraposto por outros fatores, tem o efeito de homogeneizar as populações de uma espécie – ou seja, faz com que estas populações tenham aproximadamente as mesmas frequências gênicas. Tais populações somente acumularão diferenças significativas se o fluxo gênico for suficientemente contraposto por fatores evolutivos divergentes, como a deriva genética ou a seleção natural (Futuyma, 1998).

Cabe ressaltar que a simples migração não implica em alteração das frequências gênicas, pois os migrantes precisam ter sucesso reprodutivo na nova população (Futuyma, 1998).

O intenso fluxo gênico entre as populações humanas, aliás, é uma das fontes de argumentação a serem levadas em consideração para a não distinção de raças em humanos, dada a força homogeneizadora entre populações deste fator evolutivo (Templeton, 1999).

2.10.5 Variação e divergência das populações

Os fatores acima descritos agem simultaneamente nas populações e é preciso considerar como estas forças operam em conjunto, moldando a composição genética das populações e fomentando a variação tanto *dentro* quanto *entre* as populações (Griffiths et. al., 2001).

Geralmente, as forças que aumentam ou mantêm a variação *dentro* das populações impedem a diferenciação *entre* elas, enquanto a divergência dessas populações resulta dos fatores evolutivos que resultam em homozigose. É o que acontece, por exemplo, sob a ação da deriva. Esta divergência e homozigose são contrabalançadas pelo fluxo constante de mutação e

migração entre as localidades, o que introduz variação nas populações novamente e tende a torná-las mais parecidas umas com as outras (Griffiths et. al., 2001).

Já em relação aos efeitos da seleção natural, Griffiths et. al. (2001) afirmam que estes são mais variáveis e dependem se as mutações em questão são vantajosas ou não, de acordo com o ambiente.

Essa variação nas populações pode ser medida, pois as mutações se acumulam com o passar do tempo. Isso significa que uma das formas de se medir a variabilidade genética dentro das populações e entre elas é quantificando o número de mutações (Cavalli-Sforza e Cavalli-Sforza, 1998).

2.11 DETERMINAÇÃO DA COR DA PELE EM HUMANOS

A pele humana pode apresentar uma ampla variedade de cores e gradações, indo do branco ao negro. Esta variação é devida à presença de um pigmento quimicamente inerte e estável, conhecido como melanina. Este pigmento é produzido nas camadas mais profundas da pele e se distribui na sua superfície em forma de um mosaico. A melanina é, portanto, responsável pelo polimorfismo mais evidente no fenótipo humano: a cor da pele. Entre outras funções, como a retenção de nutrientes na pele, este pigmento desempenha um importante papel na proteção contra a radiação ultravioleta (Costin e Hearing, 2007). Pesquisas sobre evolução humana apontam que a desvantagem adaptativa ocasionada pela perda de pelos do corpo que expunha a pele dos hominídeos ao sol, foi compensada pela produção de melanina (Caro, 2013; Jablonski et. al., 2017). Vale ressaltar que essas mudanças ocorreram de forma independente, mas a presença de melanina mitigou os efeitos adversos da diminuição de pelos.

A camada basal da pele contém células especializadas conhecidas como *melanócitos*. Nestas células, organelas chamadas *melanossomos* produzem e armazenam a melanina, que posteriormente é transferida aos *queratinócitos*. A variação na pigmentação da pele depende da quantidade e do tipo (eumelanina ou feomelanina) de melanina produzida, do tamanho do melanossomo e da forma como os queratinócitos absorvem e degradam a melanina (Crawford et. al., 2017). Por exemplo, a quantidade de melanina na pele em regiões com menor exposição ao sol (parte interna do braço) varia de 3,9 µg/mg em asiáticos a 15 µg/mg em negros africanos (Tadokoro et. al., 2017). No que tange ao tipo de melanina, proporcionalmente os europeus possuem maiores níveis de eumelanina quando comparado aos africanos (Visscher, 2017).

Em termos de herança genética, o caráter “cor da pele” é determinado por um tipo de herança conhecido como *herança quantitativa ou herança de traços complexos*. Neste tipo de herança dizemos que os caracteres apresentam variação contínua, o que significa que podem haver infinitas classes fenotípicas entre os dois extremos de variação. Traços contínuos, como cor da pele, peso e altura, por exemplo, tipicamente apresentam uma herança que envolve múltiplos genes, além dos fatores ambientais (Griffiths, 2016). Estes múltiplos genes contribuem individualmente para o fenótipo de forma cumulativa (Schafer e Thompson, 2015), ou seja, apresentam um efeito aditivo.

Enquanto em modelos animais cerca de 350 genes foram identificados como exercendo papel direto na pigmentação, em humanos apenas um pequeno subconjunto desses genes mostrou relação com a determinação da cor da pele (Liu, 2015).

Crawford et. al. (2017) realizaram um amplo estudo em busca destes genes e encontraram oito variantes em seis deles, que apontaram participação direta na pigmentação da pele: *SLC24A5* (do inglês, *solute carrier family 24 member 5*) *MFSD12* (*major facilitator superfamily domain containing 12*), *DDB1* (*damage-specific DNA binding protein 1*), *TMEM138* (*Transmembrane protein 138*), *OCA2* (*oculocutaneous albinism*) e *HERC2* (*HECT and RLD Domain Containing E3 Ubiquitin Protein Ligase 2*). O estudo mostrou que os polimorfismos encontrados e compartilhados por várias populações surgiram antes mesmo do aparecimento do homem moderno. Além disso, os autores também encontraram uma alta variabilidade nas populações africanas. Estes achados reforçam que as mutações para peles mais claras ou mais escuras já existiam há muito tempo e, portanto, não podem ser consideradas como condições derivadas do isolamento das populações, o que poderia ter levado à formação das “raças”. A presença dessas variantes em diversas populações africanas também sugere que a maior ou menor pigmentação eram ambas condições presentes primitivamente.

Os autores apontam ainda que estudos futuros podem encontrar outros genes envolvidos na pigmentação da pele humana, ajudando a esclarecer a história evolutiva e o significado adaptativo deste traço. Entretanto, o compartilhamento dos polimorfismos citados por diversas populações e a estimativa de sua antiguidade vem sublinhar nossa similaridade herdada do berço africano, ao contrário da perspectiva tipológica de raças diferenciadas que basearam as teorias racialistas. Na próxima seção veremos que argumentos a biologia nos traz atualmente a favor de nossa unidade enquanto espécie.

2.12 A CONTRIBUIÇÃO DA GENÉTICA MOLECULAR NA DESCONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE RAÇAS

A substituição do pensamento tipológico pelo populacional, como apontado anteriormente, trouxe uma nova interpretação para as variações em populações humanas. Sob esta nova ótica o caráter de *distribuição* das classes fenotípicas ao longo de uma população, na forma de variações contínuas, veio substituir as características fixas que representavam a “essência” de um grupo. Nesta perspectiva, as contribuições da genética de populações e da biologia molecular vieram elucidar muitos dos mecanismos subjacentes à variação encontrada nas populações, bem como permitiram também quantificá-la (Lewontin, 1972).

De acordo com Templeton (1999), o conceito biológico de raça aproxima-se da categoria taxonômica de subespécie. O autor distingue duas possíveis formulações teóricas acerca do termo: (i) populações geograficamente circunscritas e geneticamente diferenciadas e, (ii) linhagem evolutiva distinta dentro de uma espécie.

Uma medida bastante utilizada em genética de populações para medir o grau de estruturação das mesmas é o índice F_{ST} (Barbujani e Colona, 2010). Barbujani et. al. (1997) encontraram um $F_{ST} = 0,156$, a partir de dados de 109 marcadores genéticos, de 16 populações humanas ao redor do mundo. Para se ter uma ideia, Smith et. al. (1997) apontam como critério para definição de subespécies em não humanos um F_{ST} de, no mínimo, 0,25 a 0,30. Estes dados significam que a diferenciação genética entre as populações humanas é muito baixa, o que faz com que a conceituação de subespécie baseada neste critério não se aplique.

Um outro dado da literatura que reforça a homogeneidade entre populações humanas consideradas como raças diferentes é encontrado no trabalho de Lewontin (1972). Coletando dados de 17 polimorfismos genéticos disponíveis na época, Lewontin encontrou uma variabilidade intrapopulacional de 85% (considerando como população indivíduos agrupados como sendo da mesma “raça”) enquanto a variabilidade entre os grupos “raciais” foi de 15%.

Barbujani e Colona (2010) sintetizam bem como funciona a dinâmica envolvida na formação da variabilidade nas populações. De acordo com os autores a estrutura de uma população depende da interação da deriva genética, da seleção natural e do tamanho populacional. Na presença de barreiras reprodutivas as populações irão divergir e esta divergência será mais rápida se as populações forem pequenas e isoladas. Ao contrário, se as

populações são grandes e conectadas pelo fluxo gênico a divergência será atenuada, o que é o caso das populações humanas.

A constatação de que uma parte muito pequena da variação genômica humana ocorre entre as supostas raças leva necessariamente à conclusão de que elas não são significativas do ponto de vista genético ou biológico (Pena, 2009).

Ao considerar a formulação de subespécie como uma linhagem evolutiva distinta dentro de uma espécie, Templeton (1999) também aponta argumentos que indicam que mesmo sob essa formulação, o conceito não se aplica às populações humanas. O autor cita entre as evidências o fato de a espécie humana ser ainda jovem (considerando o tempo evolutivo), o que faz com que ainda não tenha acumulado tantas diferenças pelos mecanismos microevolutivos; o constante fluxo gênico entre as populações e as árvores construídas a partir de haplótipos não evidenciem a separação de linhagens dentro da espécie.

Pena (2009) explica que as diferenças físicas entre os grupos humanos de diferentes continentes na realidade representam adaptações morfológicas ao meio ambiente, sendo assim produtos da seleção natural agindo sobre um pequeno número de genes.

De acordo com Pena (2009) e Cavalli-Sforza e Cavalli-Sforza (1998), a cor da pele seria uma dessas características de caráter adaptativo, sobre a qual atuam dois importantes fatores seletivos: a destruição do ácido fólico quando a radiação é excessiva e a falta de síntese de vitamina D quando a radiação é insuficiente. Logo, como o nível de radiação é influenciado pela latitude, essa adaptação poderia resultar em uma perceptível variação geográfica.

Tais adaptações teriam ocorrido em virtude de dois fatores marcantes na história evolutiva dos humanos: as expansões populacionais a partir da África e os episódios de “gargalos” populacionais ou efeito fundador (evidenciados por encontrar subconjuntos de alelos fora da África que fazem parte da variabilidade total encontrada no continente) (Barbujani e Colona, 2010).

Após a conclusão do Projeto Genoma, outra fonte de dados veio a contribuir para a questão ao revelar uma similaridade genética de 99,9% entre os humanos (Wheeler et.al., 2008). Além disso, o contraste entre o número de genes até agora identificados com a determinação da cor da pele – seis (Crowford et. al., 2017) - e o número total de genes revelado pelo Projeto Genoma - cerca de vinte e cinco mil (Pena, 2009) - reflete o quanto essa variação fenotípica é superficial.

A conclusão a partir do exame dos dados coletados por vários pesquisadores que investigam a variabilidade genética humana é que somos diferentes, mas apenas superficialmente, como apontaram Cavalli-Sforza e Cavalli-Sforza (1998):

Acostumados a fazer distinções entre pele clara e escura, ou entre as várias estruturas faciais, somos levados a crer que existam grandes diferenças entre europeus, africanos, asiáticos, e assim por diante. O fato é que os genes responsáveis por essas diferenças visíveis são os que mudaram em resposta ao clima; uma variação excessiva das características que controlam nossa capacidade de sobrevivência no ambiente habitado seria intolerável. Os genes sujeitos à seleção pelo clima influenciam características externas do corpo. Exatamente por serem externas, essas diferenças desvirtuam nosso olhar e automaticamente nos fazem assumir que diferenças de igual magnitude existam por baixo da superfície, no restante de nosso genoma. Isso simplesmente não é verdade: somos muito pouco diferentes no que diz respeito ao resto do nosso patrimônio genético (CAVALLI-SFORZA-CAVALLI-SFORZA, 1998 p. 177).

A síntese das evidências encontradas na literatura até agora, brevemente apontadas acima, vem se contrapor ao papel que a biologia teve nos séculos XVIII e XIX, ao endossar a inferioridade dos negros. Atualmente, todos os argumentos genéticos e evolutivos apontam para a não existência de raças humanas.

2.13 EDUCAÇÃO PARA AS RELAÇÕES ÉTNICO-RACIAIS SOB O OLHAR DA BIOLOGIA

A sala de aula constitui-se em um espaço privilegiado para a desconstrução do conceito de raças biológicas em humanos e a promoção da valorização da diversidade humana (Hubbard, 2017), mas, apesar disso, o trabalho com a questão racial nos cursos de formação de professores de biologia/ciências encontra-se em uma situação de histórico silêncio (Fernandes, 2015; Verrangia, 2016). Isso faz com que professores e professoras se sintam inseguros ou despreparados para a tratativa do tema.

Diante da falta de subsídios teóricos e práticos, o compartilhamento de experiências entre docentes constitui importante elemento de difusão das práticas realizadas no contexto da educação para as relações étnico-raciais e é neste cenário de demanda que este estudo concentra esforços. Como relações étnico-raciais, entendemos a definição adotada Por Silva (2009): “aquelas estabelecidas entre os distintos grupos sociais e entre indivíduos desses grupos, orientados por conceitos e ideias sobre as diferenças e semelhanças relativas ao pertencimento racial e étnico individual e coletivo”.

Uma das primeiras questões que surge ao pensarmos em como tratar este assunto nas aulas de biologia diz respeito à questão de que conteúdos abordar? Alguns vislumbres podem se dar a partir do estudo da legislação (seção 2.4), entretanto, a leitura destes documentos pode por vezes tornar-se ampla demais e acabar não provendo o professor com instrumentos pragmáticos para planejar as aulas. Logo, o trabalho realizado por outros professores pode ser de grande valia.

Fernandes (2015) sugere uma lista com alguns conteúdos que poderiam figurar no planejamento de professores de biologia/ciências, dentre os quais destacamos: (i) o papel da genética na formulação de questões racistas e suas descobertas recentes; (ii) histórico das teorias raciais construídas pela biologia que deram base para a construção do racismo científico; e (iii) discussão da utilização do termo raça como categoria social e política, importante para se compreender os atuais conflitos existentes na sociedade brasileira.

Tão importante quanto definir “o que” abordar é pensar sobre “como abordar” o assunto. Um ponto a se considerar ao decidir estas questões é que concepções prévias os alunos trazem a respeito do tema. Goodman (2012) *apud* Hubbard (2017) aponta que as incorreções mais comuns que os alunos e a população em geral acreditam são: (i) traços fenotípicos – como cor da pele e textura capilar - podem ser utilizados para identificar diferentes raças; (ii) as pessoas das supostas raças diferentes apresentam um grau elevado de diferenciação genética e, (iii) as diferenças entre negros e brancos são explicadas biologicamente, e não social ou culturalmente.

Recentemente vários pesquisadores têm se debruçado sobre as questões metodológicas de abordagem e as experiências começam a se concretizar e se espalhar, ainda que de forma tímida. Muitas das experiências combinam diferentes recursos para trabalhar sobre racismo em aulas de biologia, contando com uma sequência planejada e estruturada de atividades (Hubbard, 2017; Anjos e Roxo, 2014). Um ponto de início bastante utilizado é a exibição de filmes, geralmente com o intuito de sensibilizar e despertar o interesse dos alunos, como realizado por Hubbard (2017) e Anjos e Roxo (2014). Diversos tipos de dinâmicas, que engajam os alunos nas discussões, também são frequentemente utilizadas, como oficinas de classificação (Hubbard, 2017); debates (Hubbard, 2017; Anjos e Roxo, 2014; Beckwith, 2017); dinâmicas (Anjos e Roxo, 2014); diálogo com diversos tipos de mídia (Fernandes e Lima, 2013). É uma característica bastante marcante de todas estas propostas a premissa de que o aluno deve buscar ativamente a construção de seu conhecimento, com a participação do professor mediando o processo através da sugestão de atividades de cunho investigativo.

Outro elemento comum nas abordagens é a contínua adequação das práticas às peculiaridades de cada cenário e conjunto de sujeitos (Anjos e Roxo, 2014; Fadigas, 2015), conforme as bases da pesquisa-ação (Teixeira e Neto, 2018).

Ao propor atividades e discussões no âmbito das intercessões entre biologia e relações étnico-raciais uma outra preocupação dos docentes deve ser com o material utilizado. Silva (2009) destaca que os livros didáticos disponíveis não estão adequados para tais discussões. É preciso, portanto, que o professor busque recursos além desta ferramenta, como nos diversos tipos de mídia, conforme sugerido por Fernandes e Lima (2013).

Na tentativa de conciliar os conhecimentos biológicos com a narrativa histórica responsável pela geração das desigualdades sociais e do racismo, apresentaremos no próximo item uma nova sequência didática idealizada para mediar a aprendizagem de conteúdos curriculares de genética e evolução ao mesmo tempo em que promove uma educação crítica e voltada para a valorização da diversidade humana.

Destacamos que outras iniciativas têm sido desenvolvidas com objetivos semelhantes (Anjos e Roxo, 2014; Beckwith et. al., 2017; Fernandes e Lima, 2013). A presente sequência didática objetiva estimular professores de biologia do ensino básico a incluir a educação para as relações étnico-raciais em suas aulas, de forma que permita aos alunos ir além da apreensão de conceitos básicos da genética, estimulando nos discentes as habilidades de contextualizar tais conceitos em situações do cotidiano, analisar os conhecimentos científicos que norteiam a questão do preconceito racial, além de refletir sobre a natureza do fazer científico. A partir do desenvolvimento de tais habilidades, pretendemos que a pesquisa ora apresentada contribua para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária e promova uma efetiva aprendizagem dos temas de genética e evolução humanas.

A falta de um material com orientações claras e práticas pode levar os docentes a não abordar a biologia fora dos confortáveis contornos dos livros didáticos e, por esta razão, incluímos ao final desta dissertação um roteiro (Apêndice 6) de desenvolvimento das atividades previstas na sequência didática - nosso produto final - que vamos apresentar nas próximas seções. Assim, esperamos que quanto mais recursos e estudos como este estiverem disponíveis aos professores, maior a chance de que eles se sintam encorajados a trabalhar a temática.

3 OBJETIVOS

- Elaborar uma sequência didática que permita aos alunos ir além da apreensão de conceitos básicos da genética, estimulando o desenvolvimento de habilidades em contextualizar tais conceitos em situações do cotidiano; analisar os conhecimentos científicos que norteiam a questão do preconceito racial, além de refletir sobre a natureza do fazer científico.
- Pretende-se que a sequência seja passível de reprodução em escolas de diversas realidades e que possa auxiliar a desconstrução do conceito de raças na espécie humana, com consequente mudança de comportamento dos alunos em relação à discriminação racial.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O cenário em que a sequência didática aqui desenvolvida foi aplicado foi a Escola Estadual Clorindo Burnier, situada na zona norte da cidade de Juiz de Fora/MG. Os alunos participantes pertenciam à turma 3EM1, que frequentavam as aulas no turno matutino. No início do trabalho a turma era composta por 33 alunos, mas ao final analisamos dados de 28, devido a evasões, transferências e faltas.

Inicialmente foram solicitadas todas as autorizações devidas tanto por parte da direção da escola quanto dos responsáveis pelos alunos. Mediante as autorizações, submetemos o projeto ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Juiz de Fora (aprovação sob o registro CAAE 79869517.1.0000.5147 e Parecer 2.405.470). Com a aprovação referida, iniciamos as atividades no segundo bimestre do primeiro semestre letivo de 2018.

Como mencionado na seção sobre o referencial teórico, pautamos a concepção das atividades da sequência pelos princípios da pesquisa-ação e do ensino investigativo, analisando os dados produzidos qualitativa e quantitativamente, conforme explicitado nos próximos parágrafos.

4.1 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

- Aula 1 – Pré-teste: o pré-teste consistiu na aplicação de um questionário (Ver apêndice 1) para os 33 estudantes presentes; questionário este que os alunos responderam de forma anônima. O objetivo desta primeira abordagem foi levantar dados sobre a percepção que os discentes apresentavam sobre a incidência de racismo no Brasil, verificar se eles tinham algum entendimento das bases biológicas acerca da variabilidade em populações humanas e sobre a determinação da cor da pele, além de procurar entender a que causas eles atribuíam as desigualdades existentes nas condições de vida entre negros e brancos no país. Esta primeira etapa serviu para nortear o planejamento das ações a serem desenvolvidas nas fases de sensibilização, tratamento teórico e apresentação do conhecimento por eles construído. Como apontado por Franco (2005), este momento de preparação e planejamento é um dos elementos primordiais da pesquisa-ação, que deve seguir o exercício contínuo das espirais cíclicas. Ademais, os resultados da aplicação do questionário no pré-teste serviram como parâmetro de avaliação da efetividade das ações da sequência na construção do conhecimento pelos alunos, já que estes resultados foram confrontados com a aplicação do mesmo questionário ao fim da sequência. Os resultados foram plotados no programa Excel e quantificados sob a forma de gráficos para permitir uma melhor comparação visual com os resultados do pós-teste.

- Aulas 2 a 8 – atividades de sensibilização: mediante as informações colhidas da fase de pré-teste foram desenhadas atividades com o objetivo de sensibilizar os alunos para a temática a ser abordada; tais atividades deveriam suscitar a reflexão sobre as origens das desigualdades observadas entre populações de negros e brancos, além de levantar discussões sobre iniciativas, em nível individual e governamental, que possam combater a discriminação. Também foi objetivo estimular os alunos a exercitarem a empatia e a expressar suas opiniões e emoções de forma adequada. As atividades compreenderam a exibição do filme *Escritores da Liberdade* (2007), a realização da dinâmica *Jogo do Privilégio Branco* (adaptação a partir da versão disponibilizada pelo Instituto Identidades do Brasil em <https://www.youtube.com/watch?v=MuoE3IJZoZU>) e pela leitura de depoimentos de racismo trazidos pelos alunos a partir de pesquisas na rede mundial de computadores. A exibição do filme ocupou 3 aulas de 50 minutos, o que demandou negociação de horários com alguns professores de outras disciplinas; as discussões sobre o filme se deram em 2 aulas de 50 minutos, em dias diferentes, nas aulas da própria professora regente. A princípio, os alunos foram estimulados a discorrerem espontaneamente sobre suas impressões, mas como se mostraram tímidos, foi elaborada uma série de questionamentos para direcionar as discussões. A segunda atividade foi a realização da dinâmica em grupo do *Jogo do Privilégio Branco* e teve duração de 1 aula de 50 minutos (Figs. 2 e 3).

Fig. 2 – Estudantes participando de dinâmica em grupo



Fonte: acervo pessoal.

Fig. 3 – Estudantes em disposição final da dinâmica



Fonte: acervo pessoal.

Inicialmente foi explicado aos alunos as regras do jogo e preparada a marcação no pátio externo da escola, dado que o espaço na sala de aula não era suficiente. Como o número de alunos era grande, apenas 10 foram convidados a “jogar”; os demais foram orientados a acompanhar a dinâmica e participarem das discussões ao final. A lógica da dinâmica é a seguinte: o solo deve ser demarcado (utilizamos fita crepe) para marcar as “casas” pelas quais os alunos devem avançar ou retroceder. Todos partem do mesmo ponto, fazendo uma analogia aos argumentos defendidos pela ideia de meritocracia. Então, a professora realiza uma série de perguntas (disponíveis no Apêndice 2) e, de acordo com as respostas individuais, os alunos avançam ou retrocedem. As questões têm o papel de evidenciar como diversos fatores alheios à competência ou vontade interferem na progressão de cada participante, estabelecendo paralelo com os entraves socioeconômicos – de raízes históricas – com que as populações negras precisam lidar no cotidiano e que interferem em seu acesso às oportunidades. As perguntas utilizadas não foram exatamente as mesmas do vídeo citado, pois foi preciso adaptá-las de acordo com a realidade dos sujeitos envolvidos. A realização da dinâmica durou cerca de 30 minutos e ao final, mesmo tendo partido do mesmo ponto, os discentes ficaram dispostos em posições diferentes, com duas alunas brancas na dianteira e alunos negros dispostos em posições variadas mais atrás. Os vinte minutos seguintes foram de discussão sobre o que eles achavam que provocava essa distribuição, extrapolando o que foi observado no jogo para o que observamos na sociedade. A atividade foi finalizada orientando aos alunos que na aula seguinte eles deveriam levar transcrições de depoimentos encontrados na internet de pessoas que

vivenciaram situações de racismo ou, se eles se sentissem à vontade, darem o próprio depoimento.

Na aula seguinte os discentes realizaram a leitura dos depoimentos por eles coletados e dois alunos deram seu depoimento pessoal. Como este foi um momento de forte carga emocional fizemos um breve intervalo antes de iniciar as discussões a respeito do que foi ouvido. Em seguida os alunos colocaram suas impressões sobre o que foi dito e sugeriram algumas iniciativas no combate ao preconceito e para promover uma igualdade de condições para todos os cidadãos. Todas as etapas desta fase foram registradas em diário de bordo da professora, que anotava as falas, interações e sentimentos expressos pelos discentes.

Com isso, findamos a fase de sensibilização e o próximo passo seria começar a etapa de tratamento teórico sobre os conhecimentos biológicos necessários para subsidiar a discussão do conceito de raça. No entanto, situações alheias ao controle da professora (greves, interrupções das aulas por outros motivos) impediram que essa etapa ocorresse no momento planejado inicialmente. Após o retorno às aulas, o trabalho foi retomado, já no 3º bimestre letivo.

- Aulas 9 a 15 – construção de conhecimentos teóricos: para o entendimento por parte dos alunos de como a variabilidade humana foi construída até aqui e do quanto as diferenças em relação à cor da pele são superficiais, é importante o estudo de alguns assuntos que se conectam mais diretamente a esta questão. A definição destes tópicos foi realizada pela professora, que os apresentou à turma em forma de questões a serem respondidas. Para proporcionar aos alunos a vivência da construção do conhecimento biológico, a forma de abordagem foi escolhida para privilegiar a investigação por parte dos alunos. Em lugar de aulas expositivas, uma vez definidas as perguntas, a professora listou as mesmas no quadro e pediu aos alunos que se dividissem em grupos para respondê-las. Entretanto, a forma de responder deveria ser através de seminários apresentados pelos estudantes para toda a turma. Foi necessário alertá-los de que todos deveriam se envolver nesta atividade, tanto os que estavam apresentando quanto aqueles que estavam na audiência e que a postura deles também seria avaliada. Para comprometê-los, ficou acertado também que além da pontuação dos seminários em si, o que fosse abordado pelos grupos seria objeto de avaliação na prova bimestral. Uma vez feitas as devidas orientações os alunos se organizaram em 6 grupos (4 grupos de 6 integrantes; 1 grupo de 4 integrantes e 1 grupo de 5 integrantes) e escolheram livremente os temas que mais lhes interessaram. Os tópicos que deveriam ser abordados nos seminários foram os seguintes: Biodiversidade; Variabilidade Genética e Adaptação; Identidade Genômica das Espécies; Determinação da Cor da Pele em Humanos; Fluxo Gênico e Estrutura Genética de Populações

e Racismo Científico e Movimentos Eugênicos. Entretanto, os temas foram apresentados aos alunos em forma de questionamentos, para que eles pudessem vivenciar a construção do conhecimento pelo método científico. Estes tópicos foram repassados aos alunos na forma das seguintes perguntas:

1. O que é biodiversidade e qual a sua importância? E em quais níveis podemos identificá-la (molecular, taxonômico, riqueza e abundância de espécies)?
2. O que são polimorfismos genéticos? Como eles são produzidos? Qual o papel do ambiente na interação com estes polimorfismos?
3. O conceito biológico de espécie está centrado no isolamento reprodutivo entre uma espécie e outra. Como este isolamento se reflete em nível genético? Que evidências o Projeto Genoma Humano produziu em relação à identidade genômica do *Homo sapiens*?
4. Por que as pessoas têm cores de pele diferentes? Que fatores interagem para produzir essa variação?
5. Como populações da mesma espécie tornam-se diferenciadas? Em que grau de diferenciação podemos definir se as populações estabeleceram raças dentro de uma espécie ou se trata de espécies diferentes? Como surge uma nova espécie?
6. Como os cientistas contribuíram para a construção da ideia de raças em humanos? Que interesses estavam subjacentes aos seus trabalhos? Que fatos históricos guardam relação com estas ideias?

Uma vez divulgadas as questões cada grupo fez a sua escolha. Como Trivelato e Tonidandel (2015) observam, para o ensino investigativo não é condição obrigatória que se realizem atividades de experimentação, sendo que a comparação de narrativas históricas e a análise de dados disponíveis para gerar uma conclusão também guardam elementos da prática científica. Ao buscar responder as perguntas, os discentes precisaram estabelecer tais comparações, entender processos, confrontar diferentes interpretações, tirar conclusões a partir de evidências da literatura e divulgar o resultado de seus estudos aos pares.

Cabe ressaltar que durante o primeiro bimestre os alunos já haviam estudado a genética mendeliana básica e feito uma revisão da parte de ácidos nucleicos e síntese proteica.

Após a escolha dos temas, que ocupou praticamente uma aula de 50 minutos, na aula seguinte iniciaram-se as apresentações, um grupo a cada dia. Os estudantes foram estimulados a realizar pesquisas por conta própria, entretanto uma bibliografia básica também lhes foi oferecida pela professora (Apêndice 3). Para avaliação dos mesmos, a professora recorreu à prática de registrar as atividades em um diário de bordo. As observações procuravam

avaliar nos alunos as seguintes habilidades: (i) capacidade de trabalhar em grupo; (ii) compreensão de conceitos; (iii) capacidade de síntese; (iv) coerência entre as evidências acessadas e as conclusões apresentadas; (v) qualidade gráfica da apresentação e (vi) adequação da expressão oral.

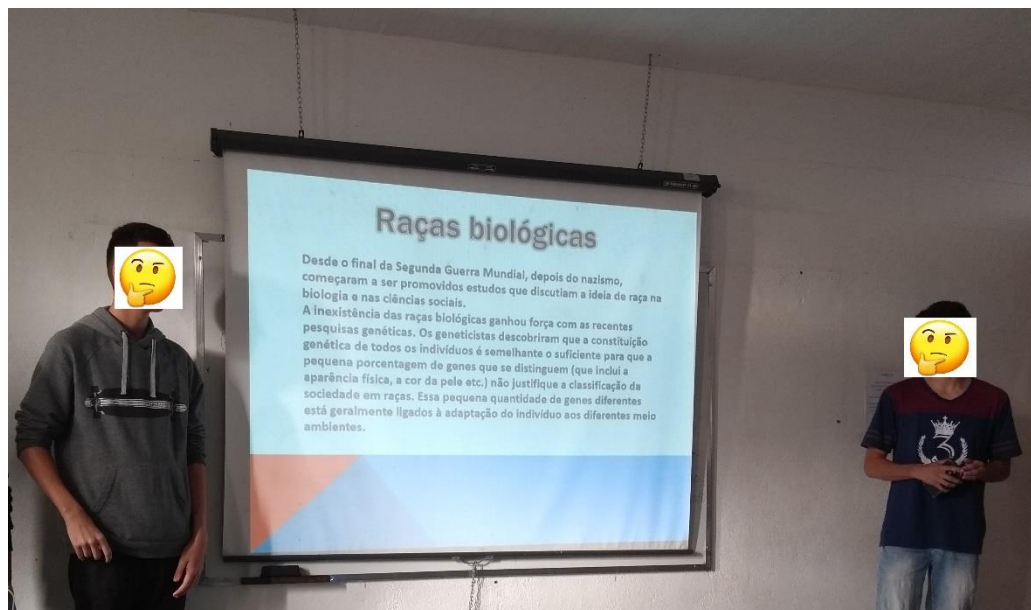
Quanto à organização temporal e espacial, cada grupo foi orientado a apresentar seu trabalho entre 15 e 20 minutos, com 5 minutos abertos a perguntas. O tempo restante foi aproveitado pela professora para realizar observações e correções necessárias. Para realização destas atividades foi utilizada a sala de vídeo da escola e todos os grupos utilizaram de projeção de *slides* em suas apresentações (Figs. 4 a 7).

Fig. 4 – Alunos apresentando seminários sobre biodiversidade.



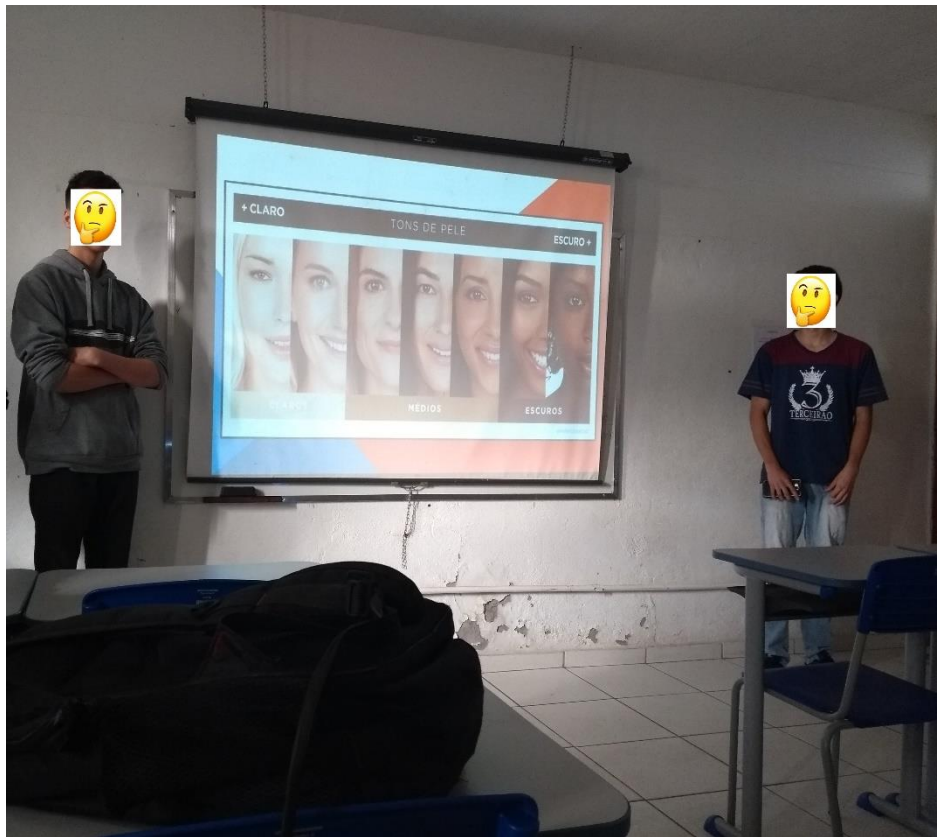
Fonte: acervo pessoal.

Fig. 5 – Alunos apresentando seminários: explicação do conceito de raças biológicas.



Fonte: acervo pessoal.

Fig. 6 – Alunos apresentando seminários: determinação da cor da pele.



Fonte: acervo pessoal.

Fig. 7 – Alunos apresentando seminários sobre biodiversidade.



Fonte: acervo pessoal.

A ordem cronológica destas atividades está resumida no quadro 2 a seguir:

Quadro 2 – Ordem cronológica das apresentações.

Aula da sequência	Apresentações
9	Definição dos grupos/questões
10	Biodiversidade
11	Variabilidade Genética e Adaptação
12	Identidade Genômica das Espécies
13	Determinação da cor da pele em humanos
14	Fluxo Gênico e Estrutura Genética de Populações
15	Racismo Científico e Movimentos Eugênicos

Fonte: elaborado pela autora.

Descrições mais detalhadas sobre as apresentações serão feitas na seção relativa aos resultados.

4.2 AVALIANDO A EFETIVIDADE DA SEQUÊNCIA

A fase de fornecer subsídios teóricos encerrou-se no 3º bimestre e, a fim de avaliar o aprendizado construído pelos alunos ao longo deste processo, a professora utilizou outros instrumentos além das anotações no diário de bordo. Foram incluídas questões sobre os seminários na prova bimestral (ver Apêndice 4) e o desempenho dos alunos foi um dos parâmetros; além disso, outra atividade foi proposta a eles, com apresentação prevista para a feira multidisciplinar que ocorre anualmente na escola. Nesta feira, que ocorreria um mês depois, os estudantes deveriam permanecer com a mesma organização em grupos que foi adotada para os seminários (o que não foi possível devido a evasões e pequenos conflitos) e, a partir de seus aprendizados, propor uma forma de apresentação para toda a comunidade escolar. Nesta apresentação os discentes deveriam utilizar uma linguagem mais lúdica e que fosse acessível a todo o público da feira (alunos de outras séries, funcionários, responsáveis). Para a produção destes trabalhos os estudantes ficaram livres para escolher a forma de apresentação e os títulos com os quais eles mais tivessem afinidade. A única exigência foi que não utilizassem isopor nos trabalhos, privilegiando materiais recicláveis. Para esta atividade, a ser pontuada no 4º bimestre letivo, os critérios de avaliação foram especificados em ficha própria de avaliação (Apêndice 5).

A feira aconteceu em um sábado letivo já previsto no calendário escolar desde o início do ano e além da professora regente a professora orientadora da presente pesquisa foi convidada para auxiliar nas avaliações. Os espaços utilizados para apresentação foram o pátio da escola, uma sala de aula e a biblioteca. Os alunos foram orientados de que todos os

integrantes do grupo deveriam participar das apresentações e permanecer em seu espaço delimitado até que fossem autorizados a deixar seu *stand* para visitar os trabalhos dos demais colegas.

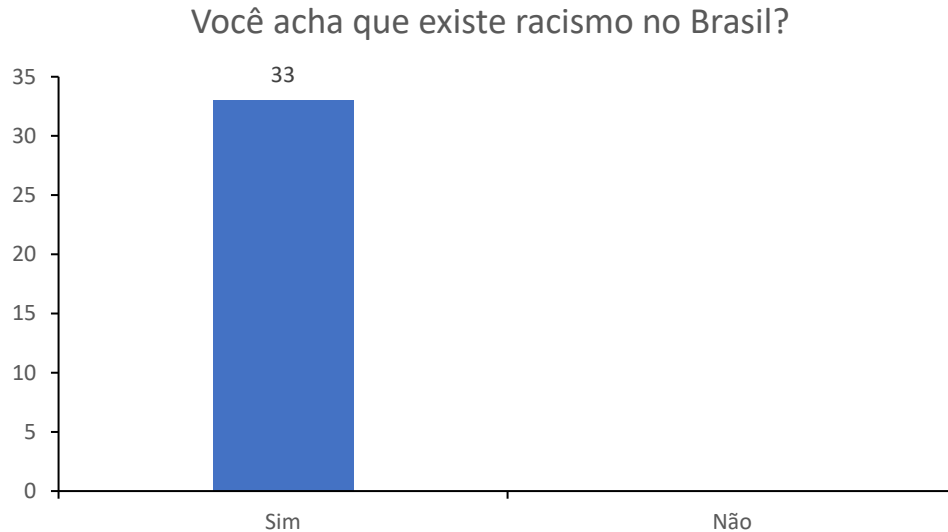
Após a apresentação dos trabalhos na feira, na aula seguinte foi reaplicado o mesmo questionário que eles haviam respondido antes de iniciar a sequência didática. Entretanto, os respondentes agora foram 28 alunos, devido às evasões/transferências. O objetivo da aplicação deste instrumento pós-teste foi verificar se o entendimento dos alunos acerca das bases biológicas da variação na cor da pele e sobre as origens da desigualdade socioeconômica mudaram após a aplicação da sequência. Os resultados foram plotados em forma de gráfico no *software* Excel e comparados com os resultados da aplicação pré-teste.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 INFORMAÇÕES DO PRÉ-TESTE

Como previamente mencionado, antes de delimitar em detalhes as atividades da sequência a ser apresentada, aplicamos um questionário, a que os alunos responderam anonimamente. O uso de questionários iniciais para subsidiar o planejamento das sequências tem sido uma estratégia importante em abordagens semelhantes à nossa, como praticado por Hubbard (2017) e Fadigas (2015). Optamos pelo anonimato por julgar que os estudantes se sentiriam mais à vontade para responder conforme suas concepções e sem a pressão de ter que acertar a resposta, preocupação que constantemente os acompanha. Apresentaremos a seguir a quantificação das respostas dadas pelos alunos a cada questão do referido instrumento (Figs. 8 a 12).

Fig. 8 – Respostas dos alunos à primeira questão: percepção do racismo.

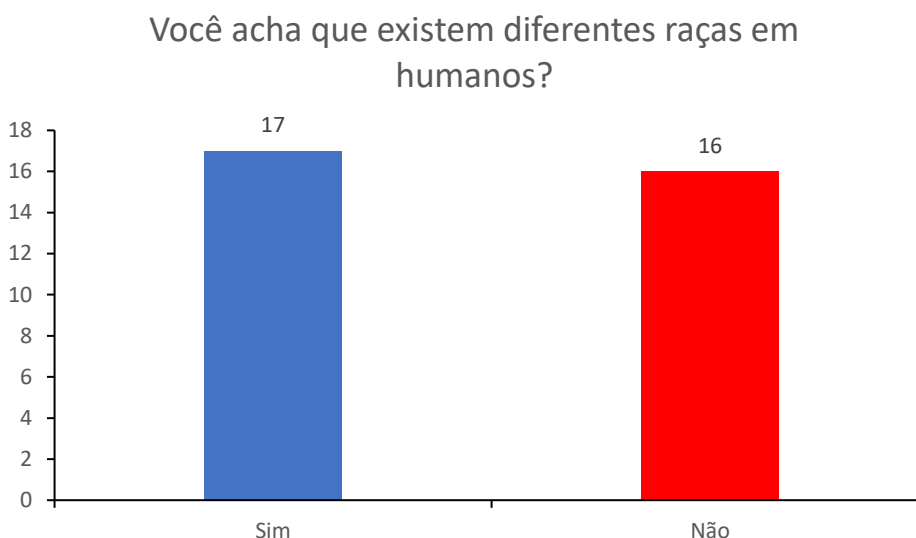


Fonte: elaborado pela autora.

Como podemos ver no gráfico (Fig. 8), 100% dos estudantes mostraram ter percepção sobre a existência de manifestações de racismo na sociedade brasileira. Ressaltamos que, a princípio, julgávamos que haveria um percentual alto, mas não nesse patamar. A ideia inicial era a de que seria necessário sensibilizar os discentes quanto à própria condição de viverem em uma sociedade racista; entretanto, esse primeiro dado nos indicou que a etapa de sensibilização deveria ir no sentido de propor uma reflexão sobre as consequências desse fato e que fatores levaram à presente situação. Este realinhamento, logo de início, vem marcar uma importante característica de nosso trabalho inspirada na pesquisa-ação: a constante readequação de metas e estratégias, conforme apontado em Franco (2005). Assim, esse dado inicial subsidiou a escolha das atividades a serem desenvolvidas na etapa de sensibilização.

Na figura 9 estão apresentados os resultados relativos à indagação sobre a existência de diferentes raças em seres humanos.

Fig. 9 – Respostas dos alunos à segunda questão sobre a existência de raças em humanos.

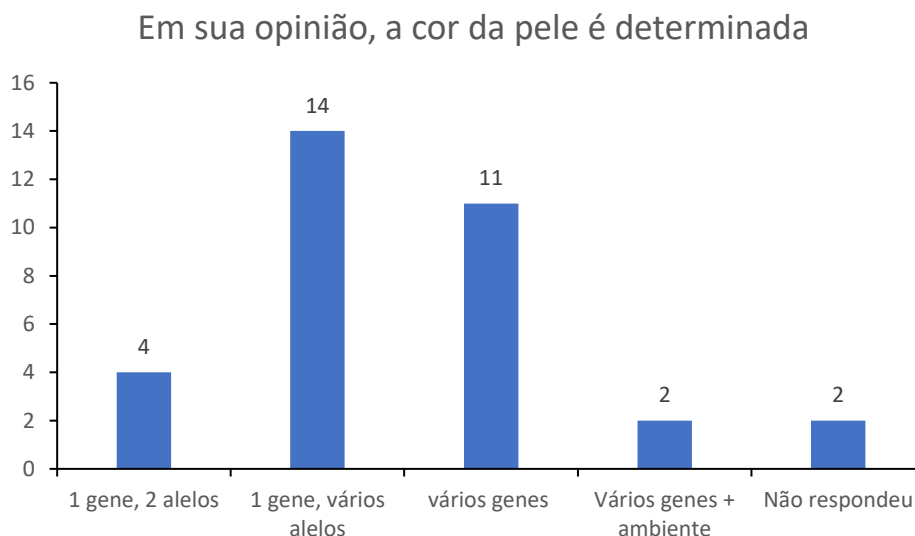


Fonte: elaborado pela autora.

Nesta questão procuramos identificar se os estudantes julgavam como procedente a ocorrência de raças em seres humanos. Vemos que 17 (51%) dos 33 alunos (Fig. 9) responderam que “sim”. Este dado reforça fortemente que trabalhar as bases biológicas da variabilidade humana é pertinente e necessário. Como o questionário era estruturado de forma objetiva, não foi possível, neste momento, sondar se esses alunos julgavam legítimas afirmações que atribuíam características “típicas” do que eles imaginavam como raça. Somente nas etapas seguintes, em que eles puderam se expressar, nos foi possível verificar tais concepções. Apesar dos outros 49% terem respondido “não” a esta pergunta, veremos nos dados das próximas questões que eles não têm argumentos fundados em conhecimentos biológicos para apoiar sua resposta.

A fig. 10 traz os dados referentes à questão 3, que interrogava sobre o número de genes envolvidos na determinação da cor da pele e sobre a influência do ambiente:

Fig. 10 – Respostas dos alunos à terceira questão, sobre as bases biológicas envolvidas.



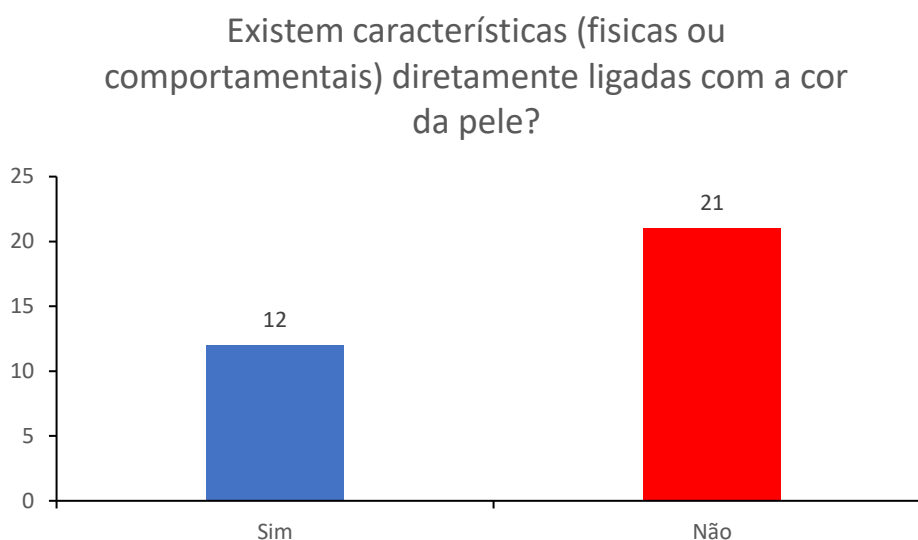
Fonte: elaborado pela autora.

O objetivo da questão 3 era verificar se os estudantes tinham alguma noção das bases biológicas subjacentes à determinação da cor da pele em humanos. A pergunta foi elaborada de forma a averiguar se eles tinham compreensão da complexidade de interações que produzem o efeito final no fenótipo. Podemos perceber, conforme ilustrado pela fig. 10, que a maior parte dos alunos atribui a variação deste caráter apenas aos genes (4 – 1 gene/2alelos + 14 – 1 gene/vários alelos + 11 – vários genes = 29); ou seja, 87% dos estudantes ignoram os efeitos do ambiente sobre a variabilidade encontrada. Este dado nos indica que os discentes não conhecem os mecanismos genéticos envolvidos nem reconhecem os efeitos do ambiente sobre o fenótipo, o que sugere que desconhecem também o potencial adaptativo da cor da pele. Temp e Bartholomei-Santos (2012) encontraram a mesma dificuldade de formulação do conceito de fenótipo pelos alunos ao desenvolverem modelos didáticos para mediação da aprendizagem em genética. Esta questão foi de primordial importância para a definição posterior dos temas a serem abordados nos seminários.

Na quarta questão, cujos resultados podem ser vistos na fig. 11, procuramos mapear se os alunos atribuíam alguma associação, de cunho biológico, entre a cor da pele e outras características físicas ou comportamentais. Esta questão foi colocada porque no cotidiano é muito comum ouvirmos a associação de determinadas características físicas com tendências de comportamento, provavelmente um resquício das teorias racialistas já discutidas anteriormente

(ver Gould, 2003; Bethencourt, 2018). Entretanto, pela forma como a pergunta foi formulada, não nos foi possível, no primeiro momento, discernir se a associação feita pelos alunos dizia respeito a características físicas ou comportamentais. Somente nas etapas seguintes pudemos fazer esta distinção, que será devidamente mencionada quando apresentarmos as análises das anotações do diário de bordo. Os resultados mostram que a maior parte (21 alunos) dos estudantes não estabelece relação entre a cor da pele e outras características; entretanto, outros 12 alunos responderam que “sim” (Fig. 11).

Fig. 11 – Respostas dos alunos à quarta questão, sobre correlação entre determinadas características e a cor da pele.

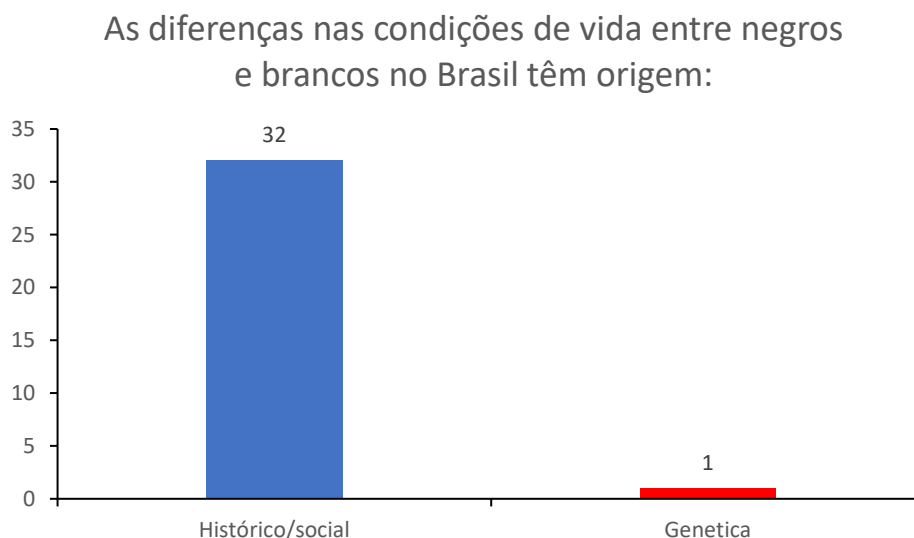


Fonte: elaborado pela autora.

A última pergunta feita aos alunos visava apurar a quais fatores eles atribuíam as diferenças nas condições de vida entre negros e brancos. A desconstrução do conceito biológico de raça, como planejada por nós, passa por um entendimento das origens desta desigualdade a partir das condições históricas que estabeleceram as bases da organização social hoje vigente. Consideramos este um aspecto crucial do trabalho, pois apenas a compreensão de que não existem raças no sentido biológico poderia fortalecer a ideia de democracia racial, quando nossa intenção é outra. Nosso intuito é que a partir da biologia o educando possa alcançar um outro patamar de análise da questão, redirecionando seu olhar para a dimensão social do conceito.

A fig. 12 aponta que os alunos já entendem o elemento histórico envolvido na questão, com apenas 1 aluno atribuindo as diferenças a uma base genética.

Fig. 12 – Respostas dos alunos à quinta questão, sobre as origens das diferentes condições de vida entre negros e brancos.



Fonte: elaborado pela autora.

Os dados preliminares indicam que os estudantes têm consciência de que o racismo está presente na sociedade brasileira e que conhecem a trajetória histórica responsável pelo quadro de desigualdade atual. Entretanto, é notório que neste momento inicial grande parte desconhece nosso grau de similaridade genética enquanto espécie, bem como ignora a genética básica por trás da cor da pele. Também percebemos que existe um desconhecimento geral acerca da contribuição do ambiente na manifestação do fenótipo. Tais subsídios foram norteadores no direcionamento a ser dado pela professora. A seguir apresentamos nossas avaliações para cada momento da fase de sensibilização.

5.2 FASE DE SENSIBILIZAÇÃO

A fase de sensibilização (aulas 2 a 8) teve como objetivo provocar nos estudantes a reflexão sobre as causas da desigualdade de condições de vida entre negros e brancos. Esperávamos também que os discentes começassem a imaginar formas de contribuir para a diminuição do racismo. A intencionalidade de mudança de uma dada situação social e a forma de planejamento, como já apontado, marcam nossa forte inspiração na pesquisa-ação (Franco, 2005; Teixeira e Neto, 2018).

A primeira atividade – a discussão do filme *Escritores da Liberdade* – teve início na aula seguinte ao término da exibição do filme; entretanto, os alunos se mostraram pouco à vontade para se manifestar espontaneamente, razão pela qual a professora direcionou as

perguntas. À medida que foram participando e vendo os outros colegas falarem, os demais foram ficando mais à vontade. Um fato bastante interessante é que, apesar de longo, foi observado que os estudantes ficaram muito concentrados na exibição do filme, alguns manifestando suas emoções, ainda que disfarçadamente. A dinamicidade do diálogo durante as discussões após a exibição que se estabeleceu impossibilitou que todas as falas fossem anotadas, mas apontaremos algumas participações marcantes, além da percepção da professora sobre o grau de envolvimento notado na turma.

Uma das primeiras provocações foi solicitar aos alunos que descrevessem a “turma 203” do filme. A manifestação de todos convergiu para um adjetivo: “problemática”. A professora seguiu solicitando que eles dissessem o que achavam que provocou a realidade experienciada por aquela turma, ao que o Aluno 1 respondeu: “eles não querem estudar”. Nesse instante uma outra aluna (Aluna 2) observa que “muitos dos alunos do filme estavam em situação de conflito com a lei e que isso era desestimulante para eles”. Esta aluna ressalta ainda que aqueles jovens chegaram naquele ponto porque faltaram políticas públicas de ocupação saudável para os mesmos. A professora então indaga como eram os relacionamentos no âmbito daquela turma, ao que o Aluno 1 responde: “eles escolhiam os amigos de acordo com as gangues e as gangues eram definidas pela procedência de cada um”. Um outro aluno (Aluno 3) completa: “eles andavam com quem era da mesma raça, tipo latinos com latinos, negros com negros”. A professora então pergunta como eles reconheciam quem era da mesma ‘raça’. Vários alunos juntos responderam que era pela aparência, citando características como olhos puxados, cor da pele, jeito de se vestir. A professora então pergunta quais dessas características eles achavam que era geneticamente determinada. O aluno 4 relata que a cor da pele e o formato dos olhos. Ao que a professora novamente questiona: e quanto à roupa? E outros traços do comportamento? Nesse momento as opiniões divergiram, com alguns estudantes afirmando que os aspectos comportamentais dependiam da cultura do lugar, enquanto outros associavam, pelo menos parcialmente à genética. O aluno 1, que no início estava bastante tímido, mostrou-se muito participativo e novamente se expressou: “mas tem coisas que tem tendência genética sim, como os negros. Eu sou negro, mas a gente vê que entre negros existe uma maior tendência a cometer crimes. Eu não sou assim, mas é porque meus pais me ensinaram o certo e o errado”. A aluna 5, que parecia querer participar já há muito tempo então disse: “Mas e se todos os pais ensinassem isso? E será que todos os jovens ali do filme têm pai e mãe? Vimos que não, acho que isso conta mais que do que a raça da pessoa.” As discussões ficaram um bom tempo em torno dessas questões comportamentais, até que o sinal interrompeu a aula.

No encontro seguinte as discussões foram retomadas. O comportamento dos alunos sugeriu que eles continuaram a conversar sobre o filme nos dias seguintes, até a próxima aula sobre o tema. Uma aluna que ainda não havia participado (aluna 6) retomou a discussão a partir da cena do filme em que um rapaz negro foi preso acusado de atirar em um comerciante, apesar de o agressor ter sido outro rapaz, que era branco. “Prenderam ele só porque era negro. Todo mundo já acha que se tem um negro na cena do crime, então ele é culpado; é uma sentença antecipada pela cor”. Neste momento, outro estudante (Aluno 1) foi convidado pela professora a se manifestar, ao que obteve a resposta: “mas não dá pra culpar a polícia, já que na maioria das vezes o bandido é negro mesmo”. A professora então questiona o “por que” disso. O Aluno 1 repete que é uma tendência natural dos negros. A professora então pergunta se ele achava que a condição socioeconômica estaria envolvida de alguma forma, ao que ele responde: “claro que não, o fato de ser pobre não torna ninguém bandido”. Muitos alunos então começam a falar ao mesmo tempo, argumentando que alguém muito pobre pode passar necessidades que acabem obrigando a pessoa a cometer delitos. A turma não chegou em um consenso e a última pergunta feita pela professora foi: “se existisse alguma tendência natural de cada grupo humano, onde ela estaria? E como passaria de pais pra filhos”? As repostas foram “pelo DNA”; “pela cultura”; “pelos genes”.

A primeira observação foi a de que, apesar de inicialmente tímidos, quando a professora começou a lançar as indagações os alunos foram ficando mais à vontade. Em seguida, percebemos um total engajamento da turma nas atividades.

Em relação aos conceitos formulados na fala dos alunos, observou-se que vários deles tinham em mente a existência de raças em humanos, atribuindo características típicas a cada uma delas e apontando uma determinação biológica para tal. Percebemos também uma confusão sobre a transmissão de características: os alunos não discerniram muito bem entre o mecanismo de transmissão genética e cultural. A mesma dificuldade inicial de compreensão dos mecanismos de hereditariedade foi também encontrada por Fala et. al. (2010), ao levantar dados sobre os conhecimentos prévios à sua intervenção no ensino. Estas foram informações importantes a se considerar na definição futura para os temas dos seminários.

A segunda atividade da fase de sensibilização, a aplicação do Jogo do Privilegio, empolgou muito os alunos. Percebe-se que o simples fato de sair da sala de aula já anima os estudantes. Para a realização da dinâmica foram convidados discentes brancos e negros, para que pudéssemos propiciar as discussões pretendidas. Durante a realização do jogo os alunos ficaram muito eufóricos, tanto os que estavam “jogando” como os que estavam na plateia, foi

um momento que chamou a atenção até das outras turmas da escola, que saíam ao corredor para assistir. No final da dinâmica, como era esperado, as alunas que ficaram na dianteira eram brancas; alunos negros ficaram em posições variadas mais atrás nas casas demarcadas. Ao observar esta disposição, os alunos foram incitados a verbalizar suas opiniões de por que aquela disposição final dos participantes ocorreu. Foi informado a eles que em várias aplicações deste jogo os resultados eram sempre parecidos e foi bastante ressaltado o fato de que todos partiram do mesmo ponto. Os alunos logo perceberam a relação entre as perguntas e como as respostas a elas favoreciam determinados alunos, mesmo que eles não fizessem nada específico para alcançar este resultado. As perguntas (Apêndice 2) evidenciavam diferenças na história de cada um que influenciavam seu desempenho na prova. Por exemplo, a primeira pergunta, “Sua família esteve presente na sua infância e adolescência?” já foi um filtro inicial. Alunos que eram oriundos de famílias em que os avós precisavam trabalhar o dia inteiro (portanto com uma condição socioeconômica desfavorável), geralmente eram filhos de pais jovens, que ficavam muito tempo sozinhos. Isso implicava que esses pais não tinham a vida estruturada quando do nascimento desses alunos e, portanto, também precisavam deixar os filhos sem acompanhamento para poder trabalhar. É sabido que esta ausência dos responsáveis influencia no acompanhamento dos estudos, o que acaba refletindo no desempenho escolar. Observando a disposição dos colegas ao final do jogo, a Aluna 1 afirma: “agora entendi o nome do jogo, estes da frente são privilegiados”. Então a professora pergunta às meninas que ficaram mais à frente se elas se sentiam privilegiadas; a aluna 2 respondeu que “não, pois eu, como meus colegas, só tenho acesso ao básico, sem luxos”. A aluna 3 disse se achar “um pouco privilegiada”, relatando que a oportunidade de já ter morado na Itália ampliou seus horizontes culturais e lhe permitiu aprender uma nova língua. O aluno 4 interpela a colega que disse não se achar privilegiada: “como assim que você só tem o básico? Mesada, curso de inglês, um quarto só seu. Pra mim isso é sonho! Básico lá em casa é ter comida e estar com o aluguel em dia!”. A colega pondera que “você também tem o básico, porque tem comida e onde morar. Então, na questão de estudo, se fizermos o mesmo esforço, teremos o mesmo resultado”. As discussões seguem ampliando em como diversos fatores poderiam desencadear toda uma cascata de pequenos benefícios que podem gerar uma grande diferença no momento de concorrer por uma vaga no mercado de trabalho ou em uma universidade. À medida que as conversas vão se desenrolando, podemos perceber que mesmo aqueles que discordavam entre si o faziam de forma adequada e respeitosa para com o colega. A busca por explicações em retrospectiva de porque alguns se sentiam mais preparados acabou remontando ao período colonial e à diáspora africana. Um dos alunos, negro, fez uma interessante colocação:

“biologicamente eu sou tão capaz quanto meus amigos, tanto é que alguns africanos trazidos à força pra cá eram reis ou chefes lá na terra deles, então alguns de nós tem origem até nobre. O que fez que um descendente de um rei se tornasse um pedreiro, como meu pai? Foi o fato de que meus ancestrais foram arrastados pra cá; senão hoje eu podia estar rico lá na África”. Este comentário causou uma reação semelhante de epifania em alguns, que então começaram a estabelecer uma linha cronológica de acontecimentos que resultaria nas atuais condições das populações negras. Ressaltamos que esta segunda atividade, fortemente em diálogo com o que eles haviam estudado em algum momento na disciplina de história, mostrou-se uma poderosa ferramenta de compreensão acerca da desigualdade social no país. Esse caráter interdisciplinar também é característica marcante do trabalho realizado por Anjos e Roxo (2014), que, apesar de não nomear exatamente suas atividades com o termo sensibilização, obteve percepções semelhantes acerca do envolvimento dos alunos e sobre as potencialidades deste tipo de abordagem.

Na terceira atividade, os estudantes levaram depoimentos colhidos a partir da *internet* e foram convidados a fazer a leitura em voz alta na sala de aula. Foram lidos cerca de seis depoimentos e, a cada um deles, os alunos participavam fazendo comentários. Entretanto, uma das leituras provocou forte comoção. Embora não tenha sido verbalizado, ficou evidente que alguns na sala teriam vivido situação semelhante. O depoimento em questão está transcrito abaixo:

“Eu percebi que era negra durante um teatro na escola, no ensino fundamental. Entre os vários personagens, tinham os anjos. Eu tentei fazer o papel de um deles, mas um colega de classe disse que eu não poderia porque anjo tem que ser branco, loiro, de olhos azuis e de cabelo bom, e que como eu era negra, só poderia fazer papel de demônio”. (Depoimento retirado do portal www.geledes.org.br).

Após a leitura deste depoimento, trazido pela aluna 5, foi preciso fazer um intervalo nas discussões, pois alguns alunos mostraram-se abalados. Após o breve intervalo, dois alunos negros quiseram compartilhar também suas experiências, fato que até então não tinha acontecido. As transcrições seguem abaixo:

“Eu fui até o shopping levar meu celular para a assistência técnica. Logo que passei na frente da loja percebi que o segurança ficou atento em mim. Quando entrei ele ficou o tempo todo me seguindo. Foi uma sensação muito ruim” (Aluno 6).

“Eu voltava da igreja com meus colegas, tinha ‘neguin’ como eu e tinha outros rapazes, brancos. Avistamos uma ‘patrulhinha’ e assim que passamos por eles, mandaram a gente parar. Só eu e mais um colega preto fomos revistados, segundo o policial porque a gente usava boné. Mas eu sei que se estivesse com o mesmo boné e fosse branco, eu não ia ser revistado. Sem contar que a revista foi um ‘esculacho’ só” (Aluno 7).

A professora então perguntou ao aluno 7 se ele já tinha sido abordado outras vezes, ao que ele respondeu: “tô acostumado a tomar geral”. Então a professora perguntou quem já tinha sido abordado e todos que levantaram a mão eram alunos negros (embora nem todos os negros tenham levantado a mão). Então o aluno 6 disse: “igual a cena do filme em que a professora pergunta quem já tinha levado tiro, só o branquelo não levantou a mão”.

Esta terceira atividade tinha como objetivo provocar nos estudantes um exercício de empatia, especialmente entre os alunos brancos. Pensamos que este exercício é necessário porque, para além da aprendizagem do conhecimento biológico proporcionado na fase de construção de conhecimentos, é preciso também desenvolver as habilidades de reconhecer as próprias emoções e as dos colegas e exercitar a empatia, conforme destacamos ao comentar a Base Nacional Comum Curricular (MEC, 2018). Pela seriedade com que os alunos encararam este momento, consideramos que a estratégia atingiu os objetivos pretendidos.

Um dos resultados que apresentamos começou a despontar bem rápido durante nossas ações: o engajamento da maioria dos alunos, especialmente durante a fase de sensibilização. Estes momentos de reflexão e possibilidade de expressão foram muito motivadores e eles relataram estarem muito mais animados para frequentar as aulas. Este engajamento inicial é condição primordial para as aprendizagens seguintes, pois, como apontado por Pelizzari et. al (2002), o aluno precisa ter a disposição de aprender. Pelos discursos e posturas deste grupo de estudantes, acreditamos também que outros benefícios possam emergir das vivências durante a sequência, como um exercício de cidadania a partir de um olhar não discriminatório e que valorize a diversidade humana, atendendo a preceitos educativos da legislação em vigor (Leis 9394/1996; 10.639/2003 e BNCC/2018, entre outras). Assim, concluímos que a fase de sensibilização, que deve abranger múltiplas atividades, tem muito a contribuir em sequências didáticas que aliem a aprendizagem de conhecimentos teóricos com o desenvolvimento de habilidades necessárias à uma formação crítica e cidadã.

Ao final do processo de sensibilização, apesar do caráter subjetivo do olhar da professora sobre as manifestações, já foi possível perceber uma mudança nos discentes,

explicitadas pelos comportamentos observados ao longo do processo. Foi possível também perceber as relações que os alunos imaginaram ao responder a questão 4 do instrumento pré-teste (*existem características físicas ou comportamentais ligadas com a cor da pele?*), que no princípio não foi possível identificar. Pelas falas, percebemos que a relação estabelecida pelos alunos que marcaram “sim” a esta pergunta era entre comportamento e cor da pele. Em nenhum momento os alunos mencionaram outras características físicas como correlacionadas a este caráter.

O conjunto de atividades desta fase pretendia que os alunos pensassem sobre o racismo, procurassem investigar causas para a desigualdade, se colocassem na situação de quem sofre o preconceito e, incomodados com estas reflexões, refletissem sobre formas de intervenção na sociedade que possam amenizar este problema. Pela participação, envolvimento e discursos dos estudantes, pudemos perceber que este momento antes do tratamento teórico da questão é de fundamental importância para engajar os alunos no aprendizado que está por vir e para provocar mudanças comportamentais desejadas. Esta é uma das características que nos aproximaram da linha de pesquisa-ação, considerando que a intencionalidade de mudança de uma realidade social, como apontam Teixeira e Neto (2018), é um dos elementos marcantes desta metodologia.

5.3 FASE DE CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS TEÓRICOS

Concluída a fase de sensibilização e, conforme mencionado na seção de procedimentos metodológicos, a sequência foi interrompida por suspensões involuntárias das aulas por fatores que fugiam ao controle da professora. Entretanto, quando da retomada das aulas, já no 3º bimestre letivo, percebemos que a motivação dos alunos não havia se perdido e que as reflexões provocadas na fase anterior ainda estavam latentes.

Com a retomada das aulas os grupos foram formados e os temas escolhidos por cada um deles. Alguns alunos, entretanto, não quiseram compor nenhum dos grupos. Uma aluna por ter se desentendido com os colegas e outro aluno por motivos de saúde. Definidos os temas e as datas de apresentação de cada grupo, iniciamos a fase de construção de conhecimentos teóricos (aulas 9 a 15) a partir da apresentação de seminários pelos alunos, de acordo com o descrito no item anterior.

O primeiro grupo a se apresentar (alunos 1 a 4), com o tema Biodiversidade, não contou com todos os integrantes; uma aluna esteve doente e apresentou posteriormente atestado médico. Ficou acertado com a estudante em questão que ela deveria então compor outro grupo, que ainda não tivesse iniciado a preparação do seminário. A aluna foi integrada ao grupo que falaria sobre “Racismo Científico e Movimentos Eugênicos”.

O primeiro aluno (Aluno 1) do grupo iniciou com uma definição do termo para, em seguida, explicar a importância da biodiversidade e mencionar a variável tempo e a ação da evolução na produção da diversidade biológica, chamando atenção para os diversos níveis em que essa diversidade pode ser percebida (molecular, morfológico, ecossistêmico). A Aluna 2 então fez uma explicação sobre classificação, listando as categorias taxonômicas de Lineu, detendo-se com mais detalhes a duas delas: espécie e subespécie (equiparando as definições de subespécie e raça). Foram citados exemplos de várias raças de animais e apontado o papel da seleção artificial na geração dessas raças. Em seguida, a aluna afirmou que em seres humanos “as coisas funcionam um pouco diferente, porque não tem seleção artificial e então todos podem cruzar entre si, fazendo com que não se formem as raças”. Embora a afirmação careça de aprofundamento teórico, podemos perceber nesta fala a noção, ainda que intuitiva, do papel do fluxo gênico como força homogeneizadora das populações. Em seguida, o Aluno 3 comenta sobre extinções de espécies e suas consequências. Finalmente, a Aluna 4 traz alguns dados numéricos sobre os países com maior biodiversidade, citando o Brasil. Outro ponto destacado pela estudante foi o papel dos museus para o estudo da biodiversidade, destacando as perdas provocadas por acidentes como o incêndio no Museu Nacional (que havia ocorrido há apenas 2 dias). Em todas as colocações dos integrantes deste grupo não foram identificados erros ou confusões conceituais. Apesar do nítido nervosismo, o grupo demonstrou bom domínio dos conceitos, entendimento da importância de se conservar a biodiversidade, além de demonstrar percepção dos processos geradores da biodiversidade. Este foi um ponto muito positivo, pois a percepção da professora após anos de trabalho com este tema é de que os alunos têm muita dificuldade em entender processos, geralmente percebendo a biodiversidade como uma realidade dada, imutável e instantânea. A qualidade gráfica e adequação do vocabulário também foram consideradas satisfatórias. Ao final, a professora apenas ressaltou o papel dos fatores evolutivos mencionados, com a preocupação de não tornar o momento uma aula expositiva, o que comprometeria apresentações futuras de outros grupos.

Na aula seguinte foi realizada a apresentação do grupo 2 (alunos 5 a 10), com o tema Variabilidade Genética e Adaptação. A exposição foi iniciada com a fala da Aluna 5 que,

extremamente tímida, não conseguiu falar com desenvoltura, se atendo apenas a leitura de dois *slides*: um com a definição de polimorfismo e outro com uma explicação sobre o papel das mutações na geração destes polimorfismos. A seguir, a referida aluna mostrou uma ilustração com tipos de mutações gênicas (inserções, deleções e troca de bases), porém não soube descrever o que a figura mostrava. Cabe aqui a observação de que esta aluna sempre se mostrou pouco participativa nas aulas e que tem uma aversão à exposição; de modo que devemos considerar o quanto a situação estava sendo aflitiva para a mesma. Então a professora pediu para que a próxima aluna – Aluna 6 – assumisse a fala. Esta aluna fez uma breve explicação sobre o mecanismo de seleção natural, destacando o ambiente como fator a atuar sobre a variabilidade. Interessante apontar que a estudante delimitou muito bem a condição inicial de a variabilidade já existir a partir das mutações, destacando a aleatoriedade em detrimento do direcionamento. Este ponto chamou bastante a atenção da professora, dado que em sua experiência ao longo dos anos este é um dos erros mais comuns na formulação do conceito pelos discentes. A aluna seguiu então explicando o conceito de adaptação. Neste momento percebe-se uma confusão bastante comum entre os alunos, concebendo a adaptação apenas no sentido de robustez física, não atentando para o aspecto primordial, que é a reprodução diferencial. A apresentação segue com a Aluna 7 falando sobre como a variabilidade genética se converte na diversidade de formas de vida, lembrando os processos de transcrição e tradução. A exposição contemplou ainda que esta diversidade produzida a partir do nível molecular precisava ser organizada, lembrando a questão da classificação, já mencionada pelo grupo que havia apresentado na última aula. O aluno 8 assumiu a fala, voltando ao conceito de espécie e situando o *Homo sapiens* no sistema de classificação de Lineu. A partir daí, mencionou que nossa espécie, como todas as outras, também está sujeita à ação da seleção natural e destaca que este fato ajuda a explicar a variação da cor da pele em humanos. O Aluno 9 continuou, ilustrando com o auxílio de mapas, a origem dos humanos na África e os movimentos migratórios que se sucederam. Destacou o papel dos diferentes graus de radiação em cada latitude e do papel adaptativo da cor da pele mediante estas variações ambientais. Esta apresentação foi finalizada com a fala da Aluna 10 apontando que o número de genes envolvidos nesta adaptação era muito pequeno e que esta variação era muito superficial, não sendo um parâmetro adequado para dividir a humanidade em raças.

Pela descrição, percebe-se que este grupo extrapolou o tempo de 20 minutos previamente combinado. Ao final da apresentação a professora pediu à aluna 6 que explicasse novamente o conceito de seleção natural, ao que a aluna respondeu afirmando que “é um

mecanismo que seleciona, a partir da variabilidade já existente e gerada pelas mutações, as formas mais adaptadas àquele ambiente, que então passam a predominar”. A professora então perguntou o que é “mais adaptada”. Percebemos neste momento a perturbação da estudante perante as questões; fato já esperado, uma vez que os discentes não estão acostumados a serem avaliados desta forma. Um colega do grupo (Aluno 9) pediu para responder e disse que “mais adaptado é quem tem mais chance de sobreviver naquele ambiente específico”. A professora então perguntou como estes mais adaptados passariam a predominar, conforme a aluna 6 afirmou. Só então a referida aluna, ao confrontar este elemento de “passar a predominar” se deu conta de que, para isso, era preciso que se reproduzissem. Pedindo a palavra, ela afirmou: “mais adaptado é quem sobrevive e se reproduz mais do que os outros indivíduos”. Este momento de intervenção por parte da professora está de acordo com a formulação de ensino por investigação de Trivelato e Tonidandel (2015), que afirmam ser necessário em sequências de ensino por investigação a mediação dos professores no processo de construção do conhecimento. Não se trata de o docente simplesmente corrigir o aluno, substituindo uma formulação errada por outra certa. É preciso, nesta perspectiva investigativa, orientar o estudante para que ele mesmo reformule os conceitos aprendidos.

Este segundo grupo também contou com uma apresentação bem realizada por parte dos integrantes, embora uma das alunas tenha apresentado muita dificuldade em se expressar. Esta dificuldade foi percebida pela professora como uma peculiaridade da personalidade da estudante, mas também ao não entendimento de como as mutações acontecem. No geral, os demais integrantes se expressaram bem, utilizaram apropriadamente os *slides*, que foram organizados em uma sequência coerente, embora eles tenham tido dificuldade para delimitar os tópicos a serem abordados, refletindo na extrapolação do tempo previamente acertado.

Na aula seguinte, a apresentação do terceiro grupo explorava o tema Identidade Genômica das Espécies. Entretanto, dos 6 integrantes deste grupo, 3 desistiram de sua participação, avisando os demais integrantes na véspera da apresentação. Este imprevisto deixou algumas lacunas, principalmente dos contornos conceituais gerais, uma vez que os discentes que se apresentaram (alunos 11 a 13) tinham se organizado para falar sobre o Projeto Genoma Humano.

O aluno 11 iniciou sua fala tentando abarcar uma parte que havia ficado designada para um integrante desistente apresentar; este momento inicial foi de definição do termo genoma e a explicação de que cada espécie tinha seu próprio genoma, sendo que o aluno mencionou a necessidade de homologia entre cromossomos para que eles possam se parear

durante a meiose na formação dos gametas, correlacionando esta informação com o isolamento reprodutivo. Em seguida foi realizada uma apresentação do Projeto Genoma Humano, abordando um histórico, países envolvidos e objetivos iniciais. Em seguida, o Aluno 12 apresentou brevemente as descobertas, frisando o número de pares de bases, o número de genes e o grau de similaridade entre os indivíduos da população humana – 99,9%. Este estudante mostrava-se bastante nervoso por causa da desistência dos outros colegas e isto interferiu muito em sua capacidade comunicativa. O Aluno 13 então traz algumas questões éticas, com exemplos sobre como o acesso a estes dados poderiam servir de base para discriminação de indivíduos. Menciona também as limitações da ciência ao apontar que a expectativa inicial dos cientistas era de descobrir a partir dos dados do genoma a cura para muitas doenças, o que não se concretizou quando da conclusão do projeto.

Como os discentes não estabeleceram nenhuma relação dos dados com a questão racial, a professora questionou o que representava para eles o grau de similaridade genética revelado pelo projeto. Como eles não responderam uma aluna que estava na audiência pediu para falar, ao que a professora assentiu. A aluna em questão afirmou que “isso quer dizer que somos muito parecidos; ou seja, não dá pra se falar em raças baseado em só 0,01% de diferenças”. Ao retomar este dado, foi possível perceber que durante a apresentação, provavelmente pelo nervosismo do aluno que apresentava, os colegas não se atentaram para este dado. Agora, diante da fala da aluna, todos manifestaram bastante surpresa diante dessa informação. Apesar de a conclusão do mapeamento ter acontecido em 2003, percebe-se que uma grande parcela do público em geral, inclusive estes estudantes, não conhecem o que foi revelado pelo projeto. Este parece ter sido o argumento que mais impressionou os discentes na desconstrução do conceito de raças.

Um outro aluno da audiência demonstrou bastante desapontamento com o número de genes apresentado, cerca de vinte a vinte e cinco mil, quando comparado a dados de outras espécies apresentado em uma tabela pelo grupo. Sua fala trouxe um interessante questionamento: “quer dizer que uma pulga d’água tem mais genes que eu?” Como é que dá pra fazer um humano com só isso de genes?”. Neste momento foi preciso que a professora fizesse uma explicação acerca da versatilidade do genoma em termos de expressão gênica, mas bem superficial devido ao tempo da aula, que já se esgotava.

O quarto grupo a se apresentar (Alunas 14 a 17) tratou do tema Determinação da cor da pele em humanos. A aluna 14 mostrou um resumo do que o grupo iria abordar. Em seguida a Aluna 15 fez uma breve exposição sobre herança quantitativa, caracterizando este

tipo de herança e citando alguns exemplos de traços transmitidos dessa forma. Chamou a atenção a clareza que a aluna demonstrou acerca da complexidade por trás da manifestação de um dado fenótipo, apontando, além dos efeitos do ambiente, as diferentes interações que podem haver entre os genes envolvidos. Logo depois a Aluna 16 falou sobre os tipos de melanina e de seu papel na proteção contra a radiação ultravioleta. A Aluna 17 então discorreu sobre os genes (citou 5 genes, observando que ainda poderiam ter mais) envolvidos na determinação da cor da pele, explicando em termos de efeito aditivo as diferentes combinações genotípicas possíveis e o resultado na quantidade de melanina produzida. A estudante abordou também que a característica cor da pele vem sendo usada para delimitar diferentes raças na espécie humana e, neste ponto demonstrou uma não compreensão do mecanismo de herança envolvido, falando em mistura de raças e evidenciando que entende as diferentes gradações na cor da pele como resultado de uma mistura de genes, no sentido de diluição dos efeitos dos genes envolvidos. Destaca-se que esta aluna tem um histórico de ser muito faltosa e em momento nenhum procurou a professora para tirar dúvidas, como a maioria dos discentes fez durante a preparação dos seminários. Quando questionada pela professora para explicar melhor como os possíveis genótipos refletiriam nos fenótipos a aluna não conseguiu formular nenhuma resposta, ainda que outra integrante do grupo tenha tentado auxiliá-la. Ficou claro que a aluna em questão não participou da preparação para o trabalho, se limitando a comparecer no dia da apresentação. Então a professora permitiu que a Aluna 15 respondesse, solicitando que ela complementasse a resposta com o papel da seleção natural sobre a variação deste traço, ao que a discente respondeu com bastante desenvoltura.

Na aula seguinte, o quinto grupo apresentou o tema Fluxo Gênico e Estrutura Genética de populações (Alunos 18 a 22). Neste grupo todos os alunos fizeram tão somente uma leitura dos *slides*, que abordavam, respectivamente: o papel das mutações e da seleção natural no acúmulo de diferenças entre as populações, conceito de especiação, especiação simpátrica e especiação alopátrica. Como os estudantes não fizeram nenhuma explicação, terminaram muito rápido. A professora então fez algumas perguntas: “Como as mutações e a seleção natural podem tornar as populações diferentes? Tem alguma outra força evolutiva que possa contribuir nesta diferenciação?”; “O que a definição do termo raça tem a ver com essa diferenciação entre populações?”; “O que é especiação?”; “Quais são os tipos de especiação? O que difere uma da outra?”; “Que condição precisa haver para que as populações se tornem diferenciadas a ponto de se tornarem espécies diferentes? “. A cada questão a professora deu tempo e oportunidade para cada integrante tentar responder, entretanto eles não conseguiram

responder a nenhuma das perguntas. Como o estudo destas questões era primordial para o entendimento da não existência de raças em humanos, neste momento, foi necessário recorrer a uma aula expositiva. A opção por esta abordagem se justifica por não haver tempo suficiente para que o grupo se apresentasse novamente em outra data, e porque a professora percebeu que os integrantes não haviam estudado; logo, não teria como direcioná-los para organizar as diferentes informações se eles não buscaram informação nenhuma.

Diante da postura deste grupo a professora precisou lembrar aos alunos que esta era uma atividade a ser pontuada no bimestre e que forneceria os subsídios para um outro trabalho, a ser apresentado na feira e pontuado no bimestre seguinte. Foram alertados também quanto às suas responsabilidades diante da turma, uma vez que os conteúdos dos seminários seriam cobrados na prova. Por fim, a professora destacou que nenhuma aprendizagem seria possível sem que eles tivessem um mínimo de dedicação. O momento foi aproveitado também para alertar o grupo seguinte quanto à seriedade destes momentos dos seminários.

O último seminário apresentado versava sobre Racismo Científico e Movimentos Eugênicos, apresentado pelos alunos 23 a 28. Dentre os integrantes deste grupo, um precisou se ausentar no dia da apresentação (designado aqui como Aluno 28), com a devida justificativa médica. A este aluno foi solicitado posteriormente uma pesquisa sobre o tema. A aluna do grupo 1 que estava amparada por atestado no dia de sua apresentação passou a ser integrante desta equipe.

O Aluno 23 começou definindo o termo raça, equiparando-o à subespécie, como já havia sido feito pelo primeiro grupo a se apresentar. Este estudante reforçou o que a professora havia dito quando da intervenção na última apresentação, destacando que é necessário que haja um determinado grau de diferenciação genética para que o termo se aplique. Segue mencionando que esta condição não é encontrada em humanos por não haver isolamento reprodutivo suficiente entre as populações. A partir de então o Aluno 24 assume a fala, ilustrando alguns trabalhos desenvolvidos por cientistas que advogavam pela existência de raças humanas, como os trabalhos de craniometria de Samuel Morton (1839, 1844, 1849). São lembrados também os trabalhos de antropologia criminal de Cesare Lombroso (1876) e as teorias eugênicas de Francis Galton (1883, 1892). A Aluna 25 discorreu sobre Darwinismo Social e fez uma crítica acerca da apropriação indevida da ciência para legitimar processos de dominação. A estudante se aprofunda, situando as raízes de tais interesses no imperialismo e na formação das colônias nas Américas. O Aluno 26 apresenta então argumentos contra a existência de raças em humanos, começando pela crítica às fraudes encontradas nos

experimentos de Morton. Os argumentos apresentados por este estudante retomavam alguns pontos já abordados em outros seminários, como o grau de similaridade apontado pelo seminário que abordou o Projeto Genoma Humano. Foram relacionados também o constante fluxo gênico; o pequeno número de genes envolvidos na determinação da cor da pele (em comparação com o tamanho total do genoma) e um dado que até então nenhum grupo havia mencionado: a maior variabilidade dentro dos grupos delimitados como raças, quando comparada com a variabilidade entre os grupos. Finalmente, o Aluno 27 fez uma discussão considerando que os impactos das teorias racialistas ainda hoje influenciam o pensamento de muitas pessoas, deixando resquícios na forma como muitas delas, especialmente fora do ambiente acadêmico pensam a variabilidade humana. O discente aponta consequências sociais deste entendimento equivocado e estende a discussão para as posturas individuais e coletivas que poderiam corrigir estas consequências.

Este grupo foi o que melhor utilizou os recursos gráficos, trouxe muitas citações e conseguiu estabelecer uma contextualização que foi além dos conhecimentos biológicos. Entretanto, ao final da apresentação, a professora questionou sobre a variabilidade dentro e entre grupos populacionais, perguntando como esta configuração poderia ter se estabelecido. Apesar de mencionarem elementos da genética de populações apropriadamente durante a apresentação, os discentes não conseguiram perceber como aqueles mecanismos estariam envolvidos na forma como a variabilidade se apresenta. Somente quando a professora direcionou e fracionou as perguntas (“O que introduz uma nova variante na população?”; “Que mecanismos podem fazer com que a variante aumente ou diminua a frequência?”; “Populações em ambientes diferentes terão uma variação semelhante das frequências?”) eles conseguiram responder adequadamente.

De forma geral, excetuando-se as poucas situações descritas acima como não satisfatórias, a estratégia de dividir os estudantes em grupos e eles mesmos buscarem os subsídios teóricos para delimitar o problema da inexistência de raças mostrou-se eficaz sob a análise qualitativa a partir do olhar da professora.

A opção por este formato de apresentação de seminários procurou privilegiar os aspectos emancipadores de uma educação conforme entendida por Freire (2018), ao afirmar que “nas condições de verdadeira aprendizagem os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo”. Consideramos que a preparação e o estudo que antecipavam os

seminários, aliados ao momento da apresentação, proporcionaram tais condições de aprendizagem aos discentes.

Além disso, a aproximação com as ideias e os conflitos de interesses envolvidos com a divisão da humanidade em raças, permite aos alunos exercitar um importante qualitativo da educação científica pautada pelos princípios do ensino por investigação, segundo Trivelato e Tonidandel (2015): a apropriação da linguagem utilizada pelos cientistas e a compreensão da ciência como manifestação de uma atividade humana, desmistificando uma visão positivista que permeou durante muito tempo a percepção de ciência.

Destacamos que, embora seja necessário dar protagonismo aos alunos no processo de construção de conhecimentos, a mediação dos professores (como na disponibilização dos temas a serem escolhidos, a disponibilidade para tirar dúvidas e as intervenções durante os seminários) é de fundamental importância em um processo de ensino por investigação, pois, como apontam Trivelato e Tonidandel (2015):

[...] boa parte do conhecimento que esperamos que os alunos aprendam, mesmo aquele envolvido em sequências de ensino por investigação, demanda a mediação do professor e possivelmente sua orientação na construção de um repertório conceitual (TRIVELATO E TONIDANDEL, 2015, p. 102).

Embora a análise dos registros do diário de bordo já tenha indicado a adequação desta abordagem teórica, a fim de examinar mais objetivamente a aprendizagem promovida no processo, ainda procedemos mais duas avaliações da sequência didática proposta: a quantificação de acertos sobre o assunto nas questões da prova bimestral e a apresentação de trabalhos na feira multidisciplinar da escola. Estes resultados serão discutidos nas próximas seções.

5.4 NOTAS DA PROVA BIMESTRAL

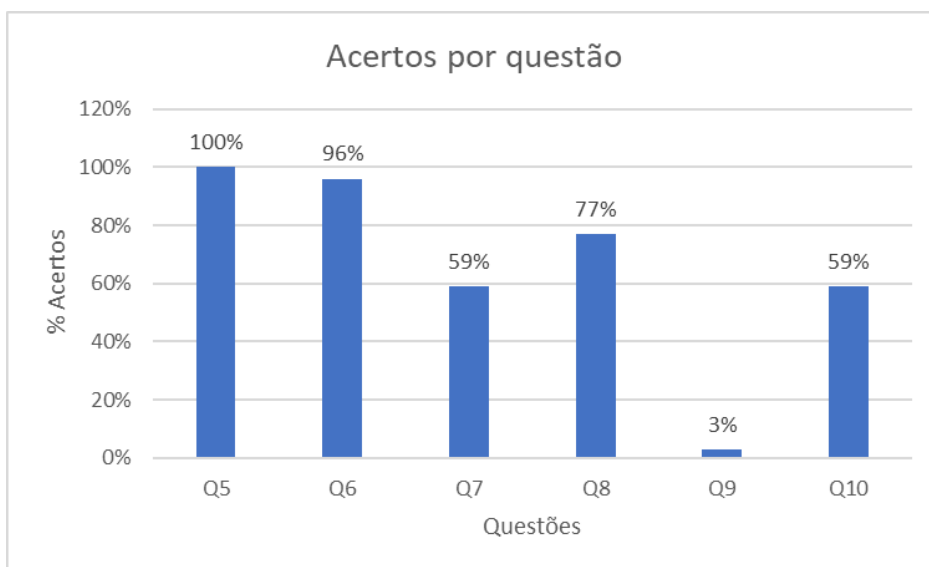
Os assuntos abordados nos seminários, conforme acordado com a turma, foram abordados na prova bimestral. Para elaboração das questões (Apêndice 4) foram levados em consideração os pontos abordados com maior clareza pelos grupos. As questões, de caráter objetivo, versavam sobre:

- Questão 5 – conceito de biodiversidade.
- Questão 6 – variabilidade genética e adaptação.
- Questão 7 – identidade genômica das espécies.
- Questão 8 – determinação genética da cor da pele.

- Questão 9 – fluxo gênico e estrutura de populações.
- Questão 10 – síntese do que foi abordado nos grupos.

Os índices de acerto de cada questão podem ser visualizados na Fig. 13 a seguir:

Fig. 13 – Índice de acertos por questão.



Fonte: elaborado pela autora.

De uma forma geral, podemos dizer que os altos índices de acertos na maioria das questões nos dão uma forte indicação de que abordagens de ensino investigativas, como a presente proposta, mostram-se eficazes na promoção da aprendizagem. Nossos dados nos levam a crer que a associação de vários estímulos pode promover a aprendizagem a partir do exercício de diferentes habilidades. Para preparar os seminários, os estudantes precisaram realizar busca de informações, leituras, comparação de argumentos, síntese do que foi aprendido e estabelecer comunicação efetiva através de linguagem adequada. Consideramos que estas práticas proporcionam situações de aprendizagem bastante frutíferas, tendo em vista que os alunos que mais acertaram cada questão foram justamente aqueles que prepararam apresentações sobre o conteúdo cobrado em cada pergunta específica. Esses resultados corroboram com a “pirâmide de aprendizagem” de Edgar Dale (Dale, 1969). Esse autor utilizava práticas pedagógicas que favoreciam o aprendizado ativo e foi observado que alunos que participavam da pesquisa e ensino de determinado tema tinham um melhor aproveitamento quando comparado a alunos submetidos apenas a aulas tradicionais. Por outro lado, com exceção da questão 9, percebemos que os estudantes obtiveram bom desempenho em todas as perguntas, indicando que assistir à

apresentação dos colegas também pode ter contribuído na aprendizagem dos conteúdos relacionados.

Além disso, a forma como a busca por informações foi estimulada, a partir de questões apontadas pela professora, coloca os alunos na perspectiva de como o conhecimento científico é produzido, ao confrontá-los com diferentes narrativas históricas e com o conjunto de dados produzidos pelos cientistas. A partir da análise destes dados eles precisaram fazer conclusões e organizá-las de forma didática para a apresentação. Todos estes elementos estão de acordo com a caracterização de Trivelato e Tonidandel (2015) a respeito do ensino por investigação.

Quanto à questão 9, pensamos que dois fatores podem estar ligados ao baixo índice de acertos: (i) a questão versava sobre o tema do grupo que fez apenas a leitura dos *slides* e a breve explanação pode ter sido insuficiente, ainda mais considerando que a explicação foi precedida por uma enérgica repreensão, o que pode ter interferido emocionalmente na aprendizagem; (ii) a questão trazia no enunciado que fora elaborada para o programa de ingresso da instituição, fator que normalmente deixa os discentes apreensivos antes mesmo de ler a questão.

5.5 APRESENTAÇÃO DOS ALUNOS NA FEIRA MULTIDISCIPLINAR

Terminados os seminários os alunos foram orientados a preparar trabalhos para serem apresentados na feira multidisciplinar da escola, conforme descrito na seção de procedimentos metodológicos. A seguir, os comentários a respeito das possíveis aprendizagens percebidas e principais dificuldades apresentadas pelos estudantes.

A exposição na feira durou cerca de duas horas e os trabalhos apresentados foram os seguintes:

- Grupo 1 – Raças x DNA: este grupo, formado por 4 integrantes, construiu modelos de moléculas de DNA utilizando palitos de picolé, fita isolante e papelão (Fig. 14).

Fig. 14 – Apresentação em feira escolar dos estudantes do grupo 1 sobre Raças x DNA.



Fonte: acervo pessoal.

Os estudantes deste grupo (Alunos 1 a 4) destacaram em seus modelos um trecho homólogo da molécula de DNA, com dez pares de bases nitrogenadas, sendo que entre as duas moléculas havia apenas a troca de um par de bases, simulando uma mutação. A intenção do grupo foi ilustrar o grau de similaridade genética revelado pelo Projeto Genoma Humano: 99,9%. A ideia foi avaliada como satisfatoriamente original e criativa, bem como adequada ao propósito dos integrantes. Os modelos construídos ficaram bem feitos e corretos conceitualmente. O Aluno 1 identificou os elementos constituintes das moléculas, chamando a atenção para pequena diferença entre as duas, extrapolando a explicação para a molécula inteira. O Aluno 2 afirmou que esta diferença era muito pequena para sustentar a existência de raças em humanos, enquanto os Alunos 3 e 4 (nitidamente com dificuldades de expressão) permaneceram calados. A professora então pergunta como aquele trecho se converteria na manifestação física de um fenótipo, como a cor da pele, por exemplo. Entretanto, os integrantes tiveram dificuldades em relacionar o questionamento com o processo de síntese proteica. Percebemos que eles ficaram muito presos à questão específica que iriam apresentar, sem estabelecer relações com os processos celulares de codificação e processamento da informação

genética. Um dos fatores que parece ter comprometido um pouco o desempenho dos estudantes foi a ansiedade, pois não estão habituados a este tipo de exposição. Estavam também muito preocupados com a nota e com a presença da professora convidada. Estas observações não se aplicam somente a este grupo, mas nos pareceu uma dificuldade coletiva. Isso nos indica que mais trabalhos deste tipo precisam ser solicitados, em várias disciplinas, para estimular a capacidade de expressão dos estudantes. Este grupo havia apresentado o seminário com o tema de Identidade Genômica das Espécies.

- Grupo 2 – Percepção sobre racismo na sociedade e propostas de intervenção: este grupo, formado pelos Alunos 5 a 10 (Fig. 15), tinha como objetivo apresentar uma proposta de intervenção para diminuir o racismo na sociedade, a partir do que aprenderam durante a sequência didática.

Fig. 15 – Apresentação em feira escolar dos estudantes do grupo 2, sobre a percepção do racismo na sociedade.

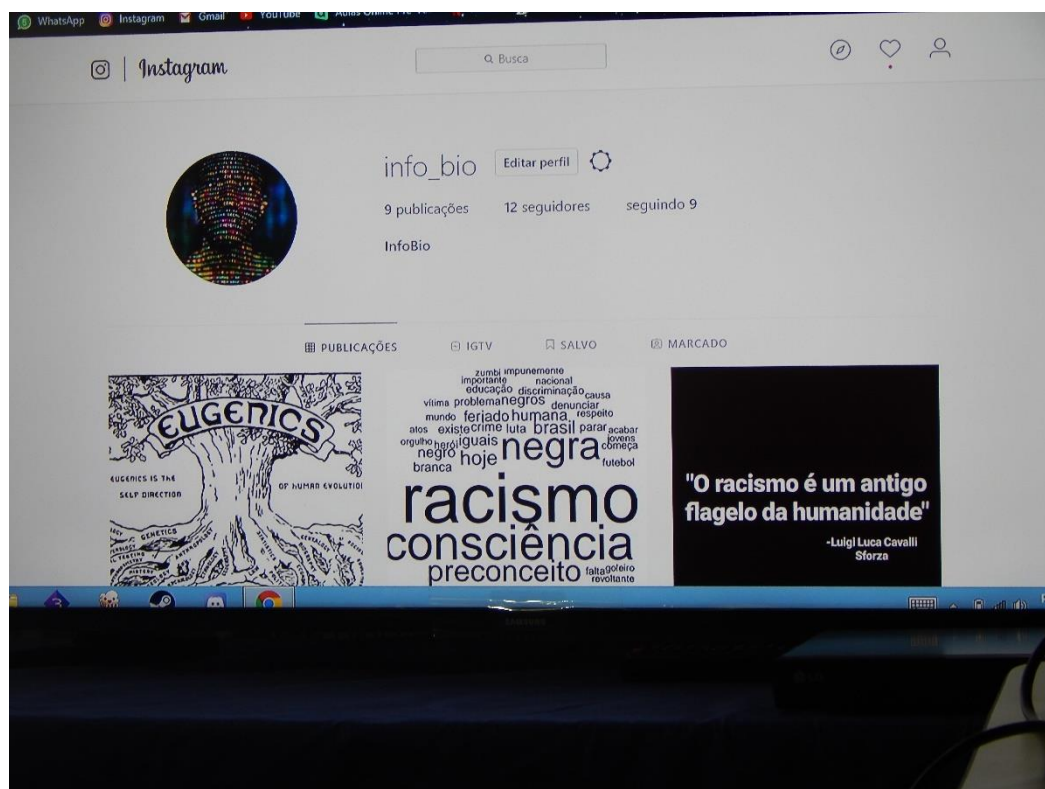


Fonte: acervo pessoal.

Para definirem a melhor estratégia de abordagem planejaram primeiro conhecer o público alvo por eles pretendido e para essa tarefa realizaram entrevistas. O grupo aplicou um questionário semelhante ao que eles próprios responderam na fase de pré-teste. Excluíram algumas perguntas e adicionaram uma questão sobre a idade dos respondentes. Para aplicação do instrumento utilizaram a ferramenta *Google Forms* (forms.google.com) para entrevistar 240

peessoas. Constatando que a maior parte das pessoas que entrevistaram era jovem como eles, decidiram que a melhor maneira para atingirem seu objetivo seria criar uma página de divulgação científica na rede social *Instagram*, nomeando o perfil de *info_bio* (Fig. 16).

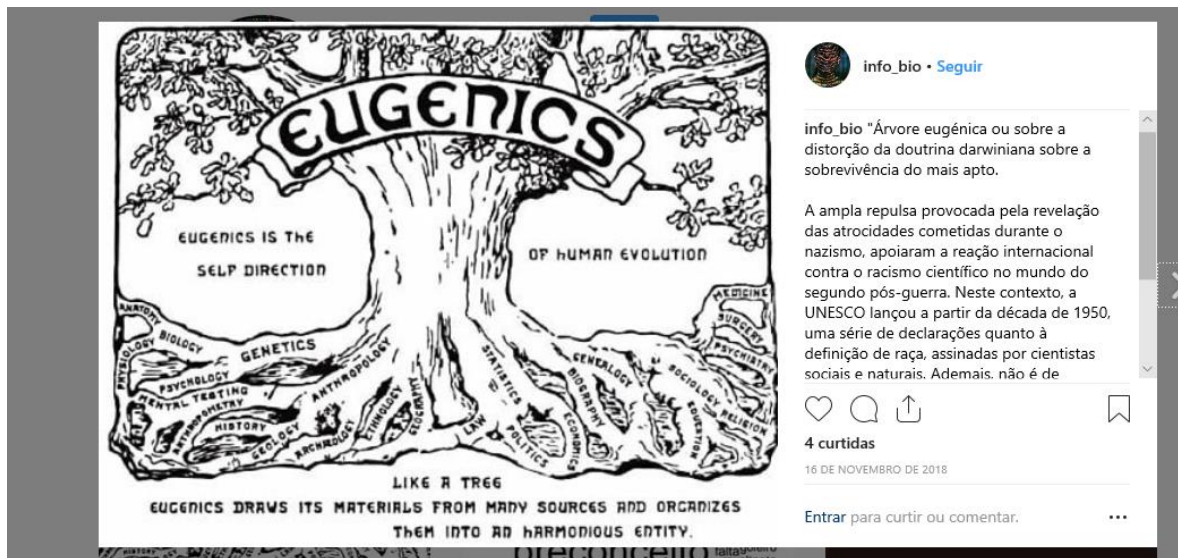
Fig. 16 – Perfil criado pelos estudantes na rede social *Instagram*.



Fonte: acervo pessoal.

Cada *post* vinha acompanhado de uma breve explicação argumentando a favor da não existência de raças em humanos (Fig. 17), sempre acompanhado de um *link* com a fonte de onde haviam extraído a informação. As postagens que foram realizadas até a data de apresentação na feira foram submetidas à aprovação da professora antes de serem publicadas.

Fig. 17 – Postagem em perfil criado pelos estudantes.



Fonte: https://www.instagram.com/info_bio/

A proposta do grupo foi considerada criativa e adequada para o propósito, bem como de grande relevância para o combate ao racismo. As postagens estavam corretas e com linguagem adequada ao gênero textual. Quanto à participação dos integrantes, a Aluna 5 fez uma breve apresentação dos objetivos do grupo e mostrou os dados coletados nas entrevistas, enquanto a Aluna 6 mostrou as postagens, explicando a não existência de raças em humanos baseando-se no argumento da baixa diferenciação entre populações. No entanto, não abrangeram na explicação outros argumentos que poderiam ser utilizados. Quando questionados sobre uma forma de divulgação científica para outro perfil de público tiveram dificuldade em pensar em outras iniciativas. Os demais integrantes do grupo não se expressaram, entretanto estiveram envolvidos na busca e seleção dos materiais a serem postados, o que foi acompanhado pela professora durante o período de preparação das apresentações. Anteriormente apresentaram o tema Biodiversidade.

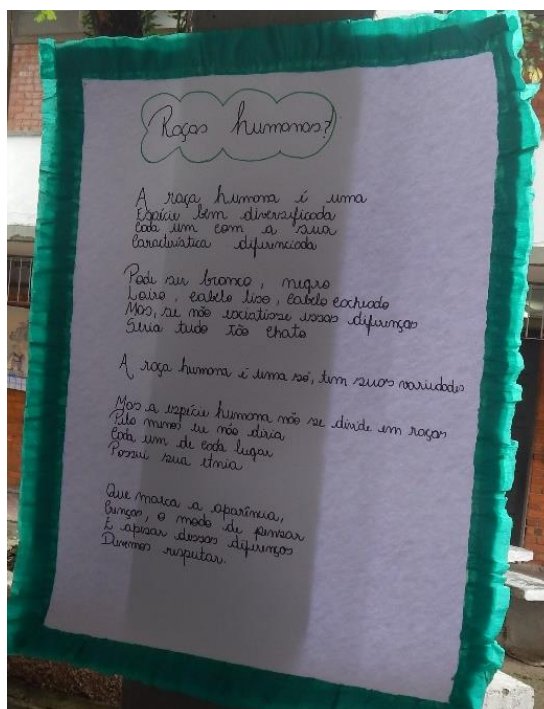
- Grupo 3 – Poema “Existem Raças Humanas?”: o grupo, formado pelas Alunas 11, 12 e 13, fez um pequeno texto abordando que as diferenças entre humanos são superficiais e ressaltando a necessidade de valorização e respeito às diferenças (Figs. 18 e 19).

Fig. 18 – Apresentação em feira escolar dos estudantes do grupo 3, sobre o tema “Existem Raças Humanas?”.



Fonte: acervo pessoal.

Fig. 19 – Poesia de autoria dos estudantes.



Fonte: acervo pessoal.

O foco da apresentação era a declamação do poema. Às alunas foi perguntado porque elas afirmam no texto que as diferenças são superficiais, ao que elas responderam que o número de genes responsáveis pela cor da pele era muito pequeno comparado ao tamanho do genoma humano. Também foram questionadas se gostaram de participar do projeto e se elas achavam importante que a professora desse continuidade nas turmas seguintes, ao que elas responderam que “sim, pois ainda existe muito racismo”. Apesar de não cometerem nenhum erro conceitual, consideramos que as alunas foram muito superficiais na abordagem. Na etapa de construção de conhecimentos teóricos este grupo havia escolhido trabalhar com a Determinação Genética da Cor da Pele.

- Grupo 4 – Antropologia Criminal: o grupo formado pelos Alunos 14, 15, 16 e 17 (Figura 20) optou por se apresentar através de desenhos, representando características utilizadas para inferir uma maior probabilidade de se envolver em atos criminosos (Figuras 21 e 22), a partir das ideias de Cesare Lombroso.

Fig. 20 – Apresentação em feira escolar dos estudantes do grupo 4, sobre Antropologia Criminal.



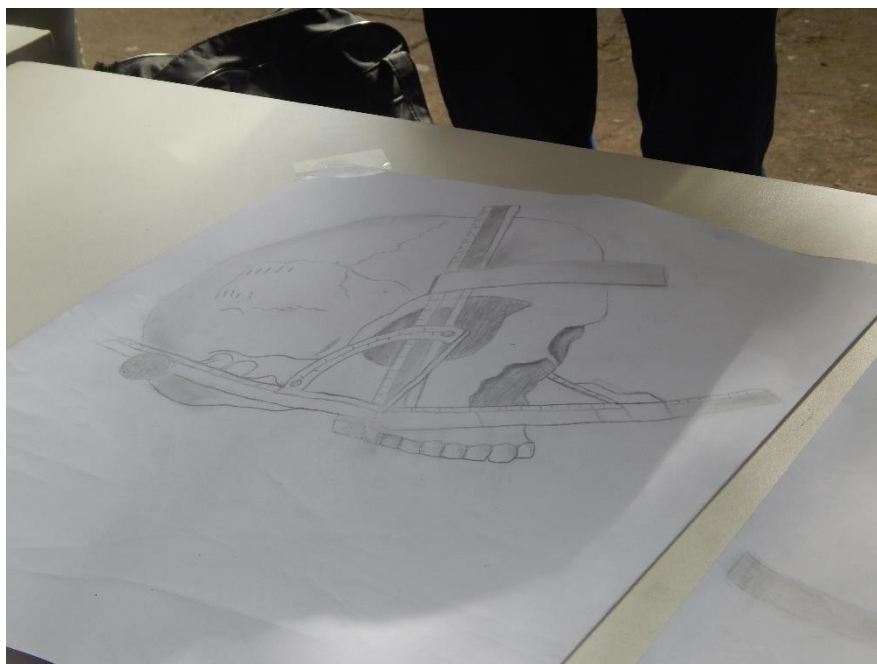
Fonte: acervo pessoal.

Fig. 21 – Desenhos criados pelos estudantes.



Fonte: acervo pessoal.

Fig. 22 – Desenho criado pelos estudantes sobre os estudos craniométricos de Morton.



Fonte: acervo pessoal.

Os estudantes acabaram se perdendo da questão principal, embora tenham mencionado os problemas com as medidas craniométricas de Samuel Morton. Provavelmente pelo fascínio dos jovens por tatuagens, deram muita atenção à associação das mesmas com o preconceito. Embora a ideia inicial tenha sido boa, eles fugiram ao tema. Quando questionados sobre se a mesma discriminação ocorria baseada na cor da pele responderam que sim, mas quando questionados se fazia sentido e que justificassem, não conseguiram usar os conceitos biológicos abordados nos seminários para formular uma resposta. Os integrantes pareceram muito preocupados com a qualidade visual da apresentação, esquecendo-se de que era também preciso estudar para realizar uma abordagem satisfatória. Talvez por terem logrado um bom rendimento nos seminários – com o tema Racismo Científico e Movimentos Eugênicos – tenham se dedicado menos. Uma integrante que havia participado com eles, por ausência justificada, retornou ao grupo que tinha originalmente escolhido.

- Grupo 5 – Releitura da obra fotográfica *Humanae*: este grupo (Alunos 18 a 23) se propôs a explicar a variação da cor da pele a partir de uma releitura da obra da fotógrafa Angélica Dias. Para tanto, eles fotografaram pessoas com diferentes tons de pele na comunidade

escolar, ao longo da semana que precedeu a apresentação, e revelaram as fotos, que foram dispostas em um mosaico na parede da sala utilizada (Figura 23). Além das fotos penduradas, também era projetada durante toda a apresentação uma sequência de *slides* com estas fotos.

Fig. 23 – Apresentação em feira escolar dos estudantes do grupo 5: releitura da obra *Humanae*.



Fonte: acervo pessoal.

Este grupo, que nos seminários teve um desempenho ruim ao tratar do tema Fluxo Gênico e Estrutura Genética de Populações, continuou com dificuldades teóricas. Apenas a Aluna 19 se apresentava, os outros integrantes participaram apenas na montagem do espaço e da exposição. A proposta era a de motivar a curiosidade dos visitantes sobre porque existia tanta variação na cor da pele e então explicar o que causava esta variação. No entanto, a Aluna 19 apenas se limitou a dizer que aquela variação não era representativa de uma divisão em raças. Quando questionada o que motivava a variação observada, nem a aluna, nem os demais integrantes souberam responder. Perguntados o que mantinha a identidade do *Homo sapiens* enquanto espécie, permaneceram em silêncio. Perguntamos se o ambiente tinha relação com aquela variação, responderam que sim, mas não conseguiram dizer como. Aqui nossa análise foi muito clara, levando em consideração que a professora regente lecionava na turma há 3 anos, ao diagnosticar que as lacunas de aprendizagem eram resultado da total ausência de preparação por parte dos alunos. O ensino por investigação pressupõe a participação ativa do educando, que deve buscar, a partir da mediação dos professores, subsídios para responder aos problemas propostos. Se não há essa busca, consequentemente não haverá aprendizado.

- Grupo 6 – Racismo Científico: este grupo, formado pelos Alunos 24 a 29, que nos seminários abordou o tema Variabilidade Genética e Adaptação, veio com uma proposta de evidenciar os erros e desvios dos trabalhos de craniometria de Samuel Morton. Para tanto, realizaram uma simulação dos experimentos, utilizando caveiras de plástico e grãos de feijão (Fig. 24).

Fig. 24 – Apresentação em feira escolar dos estudantes do grupo 6, sobre Racismo Científico.



Fonte: acervo pessoal.

A Aluna 24 iniciou apresentando o grupo e descrevendo o que eles iriam abordar. A Aluna 25 então realiza uma demonstração de como Morton procedia para fazer suas medições para, em seguida, apontar alguns erros. Primeiramente a aluna criticou a relação inferida entre tamanho do cérebro e grau de inteligência; a seguir ela apontou que Morton, por já ter uma conclusão *a priori*, descartou resultados que não coincidiam com o que era esperado por ele. Esta estudante conclui então que os trabalhos de Morton não indicam diferenças significativas entre negros e brancos com relação à característica estudada e, portanto, não apoiam a ideia de raças que o mesmo pretendia corroborar com seus dados. Em seguida, o Aluno 26 explicou que a variação da cor da pele é uma diferença superficial, citando os argumentos de similaridade genética entre indivíduos, pequeno número de genes envolvidos, baixa estruturação das populações e maior variabilidade dentro dos grupos considerados como raças do que entre esses

mesmos grupos. Então a professora questionou por que este caráter é tão variável e o estudante menciona o papel da seleção natural. Ele explicou sobre a origem dos hominídeos na África e relacionou os movimentos migratórios a partir deste continente como fator importante, relacionando a intensidade da radiação com a quantidade de melanina. Então, a professora questionou se o nível de radiação provocou uma mutação que adaptasse a cor da pele à radiação, ao que o aluno responde: “não, quando eles deixaram a África já existiam pessoas de coloração diferente, a seleção atuou sobre variações já existentes. Então, as mutações aconteceram antes mesmo da migração”. Logo depois, o Aluno 27 explicou que além do ambiente, através da seleção natural, estão envolvidos na variação cerca de seis genes, que seguem um padrão de herança quantitativa. A Aluna 28 assumiu a fala explicando que muitos interesses políticos e econômicos estavam relacionados com a necessidade de se afirmar a inferioridade dos negros, indicando as formas de colonização do Novo Mundo subsidiadas por mão de obra escravizada. Finalmente, a Aluna 29 ressaltou que a ciência tem seus limites e que as pessoas que participam da construção do conhecimento não estão imunes às ideologias e interesses que vigoram em cada período histórico. Este foi o grupo que demonstrou maior capacidade organizativa, criatividade, entrosamento e conhecimento teórico sobre as questões abordadas. Responderam satisfatoriamente quando questionados e nos chamou a atenção a percepção dos estudantes sobre o fato de a variabilidade ser uma condição pré-existente, sobre a qual a seleção natural irá atuar. Este fato demonstra que os discentes alcançaram uma compreensão efetiva do processo de seleção natural, quando é comum, até mesmo entre professores de ciências e biologia, o equívoco de pensar neste processo como algo *direcionado* pelo ambiente, em vez de *selecionado*. A análise do contexto histórico e social em que a ciência é produzida também nos indica que os estudantes deste grupo ultrapassaram a mera memorização de argumentos, demonstrando a capacidade de interpretação e leitura crítica da realidade vivida, ambas habilidades norteadoras de abordagens como a pesquisa-ação (Teixeira e Neto, 2018) e da educação crítica de que Freire (2018) e Betto (2018) falavam e que nos serviram como inspiração.

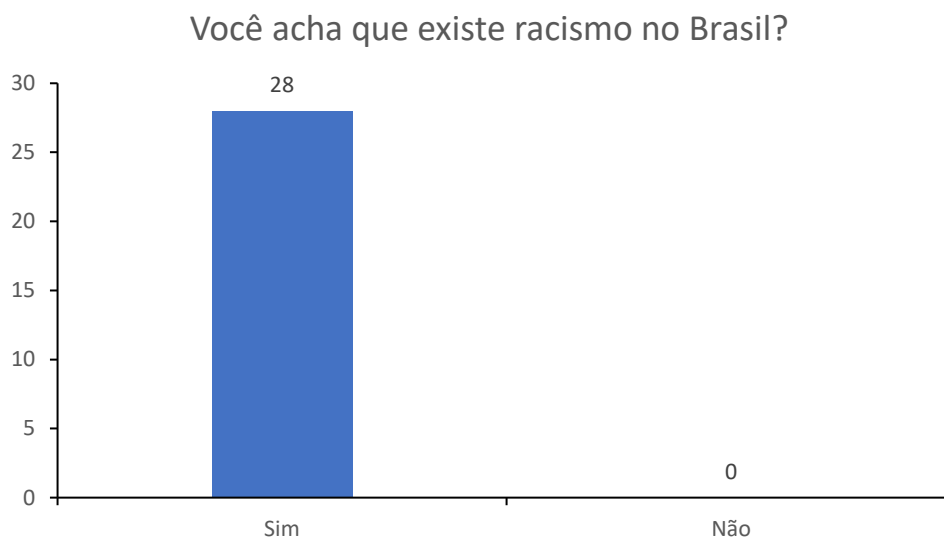
Consideramos que este momento de apresentação de trabalhos na feira contribuiu para que a maior parte dos estudantes consolidasse o que foi aprendido na etapa de construção dos conhecimentos teóricos. O desafio que foi colocado aos alunos de organizar o aprendizado e socializá-lo com os colegas oportuniza tanto a compreensão do uso da linguagem como elemento que compõem o método científico – em consonância com o que afirmam Trivelato e Tonidandel (2015) – como a aprendizagem dos conceitos biológicos envolvidos. Outros

autores, como Hubbard (2017) também se apoiaram na criação de momentos em que os alunos deveriam compartilhar o conhecimento adquirido como estratégia de ensino por investigação.

5.6 ANÁLISE DO PÓS-TESTE

Na aula imediatamente posterior à apresentação dos trabalhos na feira, a professora reaplicou o mesmo questionário aplicado antes de iniciar a sequência didática. Nesta aplicação foram coletados dados de 28 respondentes, devido a evasões ao longo do processo. Os resultados estão descritos nas figuras a seguir (Figs. 25 a 29).

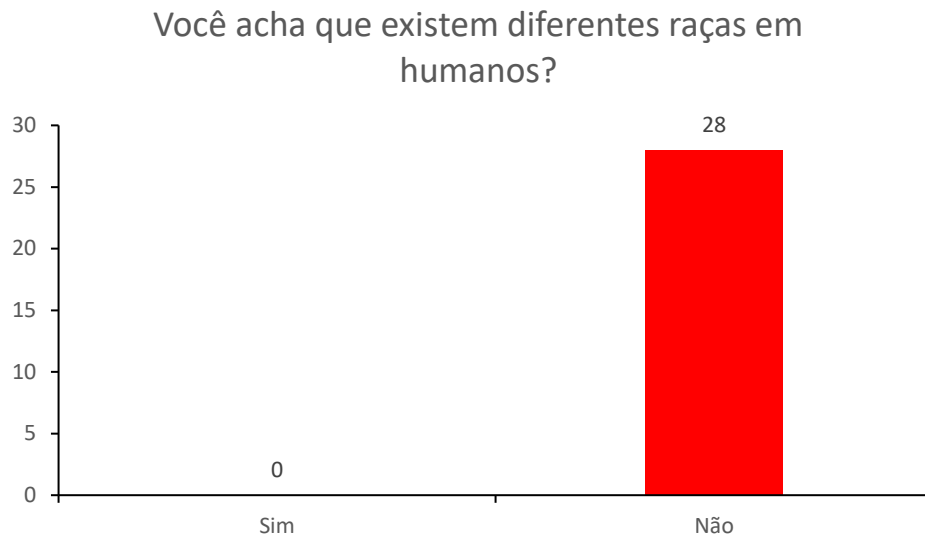
Fig. 25 – Respostas dos alunos à primeira questão: pós-teste.



Fonte: elaborado pela autora.

Em relação à primeira pergunta, como era de se esperar, as concepções iniciais dos alunos foram mantidas e acreditamos que após a aplicação da sequência a percepção acerca da existência do racismo no Brasil tenha até se intensificado, considerando as interações dialógicas registradas pela professora em seu diário de bordo.

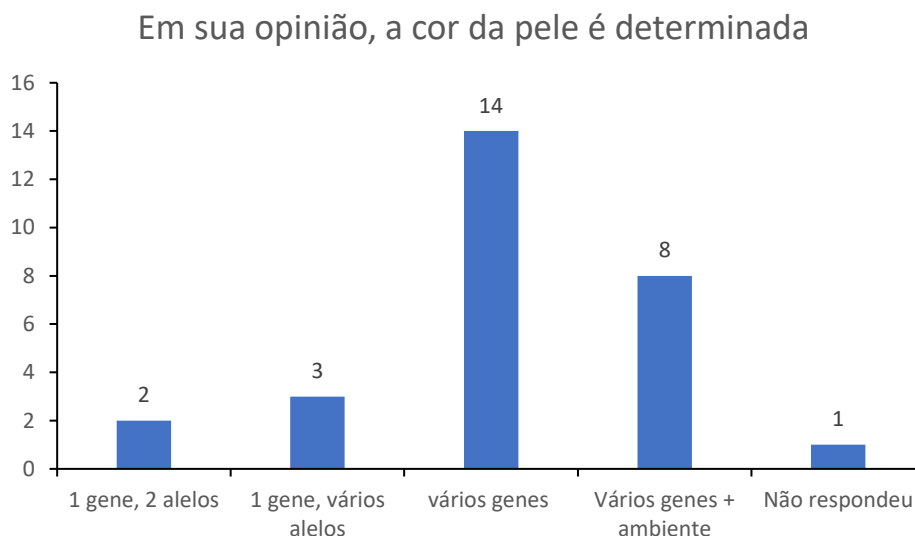
Fig. 26 – Respostas dos alunos à segunda questão: pós-teste.



Fonte: elaborado pela autora.

A segunda pergunta do questionário (Fig. 26), que consideramos de fundamental importância como parâmetro para definir o alcance de nossos objetivos, mostra um resultado contundente: enquanto na aplicação antes da sequência 17 dos 33 alunos responderam que achavam que existiam raças biológicas em humanos (51% dos estudantes), após a exposição à sequência 28 entre 28 responderam (100%) pela não existência das raças. Este dado indica que as estratégias adotadas foram eficazes em promover nos estudantes o entendimento de que não existe suporte biológico para se falar em raças ou em superioridade/inferioridade entre grupos.

Na figura 27 estão as respostas à terceira pergunta. Nesta questão, em que buscamos verificar se houve aprendizado relativo aos processos biológicos que interagem na variação do caráter cor da pele, observamos uma significativa melhora no entendimento dos estudantes, embora a compreensão total da complexidade envolvida não tenha sido alcançada por todos os alunos.

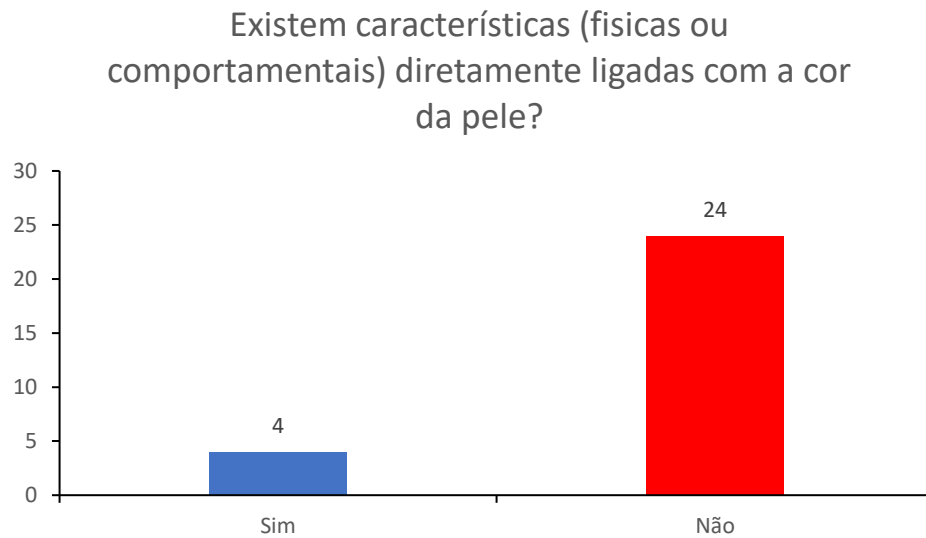
Fig. 27 – Respostas dos alunos à terceira questão: pós-teste.

Fonte: elaborado pela autora.

Enquanto somente 2 estudantes atribuíram a interação entre genes e ambiente na manifestação do fenótipo em questão no pré-teste, no pós-teste este número foi elevado para 8. Na aplicação antes da sequência 11 estudantes apontaram a participação de vários genes, enquanto no pós-teste este número subiu para 14. Apesar de nem todos terem entendido a contribuição do ambiente, a percepção de que vários genes estão envolvidos já pode ser considerada um ganho parcial na compreensão da complexidade da determinação da cor da pele. Enquanto no início de nossa sondagem 18 alunos tenham atribuído a variação à apenas 1 único gene, agora apenas 5 alunos registraram essa concepção.

As respostas à quarta pergunta estão demonstradas na figura 28. Com esta questão, pretendíamos avaliar se os alunos atribuíam alguma ligação em nível genético entre a cor da pele e outras características. Pela análise dos diálogos foi possível perceber que os alunos que inicialmente responderam sim (12/33) tinham em mente características comportamentais. Podemos perceber uma queda, de 12 para 4, de estudantes que acreditavam existir alguma relação deste tipo. Logo, é possível hipotetizar que a sequência também contribuiu para que mais discentes desconstruíssem este preconceito.

Fig. 28 – Respostas dos estudantes à quarta questão: pós-teste.



Fonte: elaborado pela autora.

Na última questão (Figura 29), foi percebido que desde o começo os estudantes entendiam as desigualdades entre negros e brancos como consequência de um processo histórico. Somente um aluno atribuía tais diferenças à uma determinação biológica e no pós-teste nenhum deles registrou essa percepção.

Fig. 29 – Respostas dos alunos à quinta questão: pós-teste.



Fonte: elaborado pela autora.

Este é um dado importante para nossa avaliação, pois uma abordagem puramente biológica acerca do conceito de raça poderia levar os discentes a ignorarem a materialidade do termo enquanto construção social. Por isso nossa preocupação em contextualizar as informações teóricas do campo biológico a partir da interseção com a história (especialmente ressaltada nas atividades de sensibilização); para que não houvesse um fortalecimento da ideia equivocada de que vivemos sob uma democracia racial.

O objetivo principal do presente trabalho foi desenvolver uma nova sequência didática para abordar componentes curriculares de genética e evolução humanas no ensino médio. Nossa abordagem esteve pautada pelos ideais de Paulo Freire, quando afirma que:

Qualquer discriminação é imoral e lutar contra ela é um dever por mais que se reconheça a força dos condicionamentos a enfrentar. A boniteza de ser gente se acha, entre outras coisas, nessa possibilidade e nesse dever de brigar. Saber que devo respeito à autonomia e à identidade do educando exige de mim uma prática em tudo coerente com este saber (FREIRE, 2018 p. 60).

Com este norte em mente (e no coração), escolhemos uma realidade dolorida da sociedade brasileira para contextualizar as aprendizagens em biologia: o racismo. Procuramos, ao elaborar a sequência didática apresentada ao longo desta dissertação, basear as estratégias de ensino em práticas investigativas que privilegiassem a vivência pelos estudantes, tanto quanto possível, do método científico, pois concordamos com Trivelato e Tonidandel (2015) quando afirmam que:

Se os jovens têm oportunidade de construir um argumento por eles mesmos, relacionando dados, fatos, afirmações e justificativas, fazendo escolhas que possam convencer ou persuadir seus colegas estudantes, expressando suas dúvidas e relatando vias alternativas, esse tipo de argumento retórico tem valor para o ensino de ciências (TRIVELATO E TONIDANDEL, 2015, p.106).

Além disso, durante todo o trajeto nossas percepções foram utilizadas para planejar as atividades seguintes, como é preconizado por qualquer abordagem que pretenda aliar pesquisa e ação, como indica Tripp (2005).

Em trabalhos com sequências de ensino mais curtas (Hubbard, 2017a; Hubbard, 2017b e Beckwith et.al., 2017), a percepção da não existência de raças biológicas em humanos foi alcançada satisfatoriamente. Porém, mais uma vez insistimos na importância de contextualizar estas informações, como feito no presente estudo e com outras atividades por

Anjos e Roxo (2014). Isso implica em um maior número de aulas envolvidas, para que haja uma sensibilização devidamente adequada.

5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das preocupações dos professores ao fazer um trabalho “fora da caixa” é se formas alternativas ao ensino tradicional promoverão as aprendizagens esperadas; por isso nos preocupamos em analisar vários elementos diferentes na avaliação da sequência que estamos propondo: parâmetros qualitativos, como o engajamento dos discentes nas atividades; as mudanças de concepções e formulações de conceitos dos alunos, averiguadas a partir do registro das interações dialógicas entre os sujeitos da pesquisa; e parâmetros qualitativos descritivos simples, como a quantificação dos acertos em prova e a comparação entre dois momentos de aplicação do questionário: antes da sequência (pré-teste) e após terminada a sequência (pós-teste).

Com relação aos conhecimentos biológicos, as apresentações – tanto dos seminários quanto dos trabalhos na feira – podem ser consideradas como fator com potencial de contribuir para a construção dos conhecimentos de forma autônoma pelos discentes, embora não tenha demonstrado em nosso estudo a possibilidade de envolver a todos os estudantes da turma. Ressaltamos, entretanto, que dificilmente alguma tratativa será unânime neste quesito, pois muitas variáveis fora do controle do professor interferem na disposição e interesse dos discentes em aprender. Mas, no geral, percebemos que aqueles que estudavam em casa e mantinham constante contato com a professora para sanar dúvidas e solicitar orientação tiveram bons resultados na prova bimestral e bom desempenho em suas apresentações. Pelo conjunto de informações coletadas registramos uma aprendizagem satisfatória acerca dos princípios básicos da herança quantitativa, origem e evolução dos homínídeos, genética de populações, conceitos e importância da biodiversidade, seleção natural e biologia molecular.

A partir da comparação dos resultados da aplicação do questionário antes e após a sequência pudemos perceber alguns resultados a serem comentados a seguir.

Observamos que no pré-teste o número de estudantes que ignorava a complexidade envolvida na determinação da cor da pele era maioria (18 entre 33 acreditavam que um único gene estaria envolvido nesta variação) e após as atividades propostas este número caiu sensivelmente (5 entre 28). Embora nem todos tenham conseguido estruturar o raciocínio de interação genes-ambiente, vemos que o número de alunos que chegou a esta construção aumentou e que o entendimento do processo de seleção natural veio aliado a esta construção.

Outro resultado que indica a efetividade da sequência é o número de alunos que relataram imaginar a existência de raças; apesar de reconhecerem a existência do racismo, mais da metade (51%) deles acreditavam que existia alguma base biológica para esta distinção, o que poderia representar uma justificativa para a desigualdade, como já aconteceu no passado. O fato de após a sequência todos os estudantes responderem que não existem raças biológicas em nossa espécie nos indica que as atividades realizadas são eficazes para a compreensão dos argumentos a favor de nossa unidade enquanto espécie e singularidade em nível individual.

Outro aspecto relevante foi a queda do número de alunos que relacionavam comportamento e cor da pele como características com uma correlação biológica. Esta percepção é muito importante para o entendimento da superficialidade do caráter cor da pele e o fato de este não influenciar em nada as aptidões ou comportamentos (pelo menos não em nível biológico, embora culturalmente haja influência).

Consideramos como ponto forte da sequência aqui apresentada a união dos princípios da pesquisa-ação com os elementos da formação baseada no ensino por investigação. Assim, aliando a dinamicidade destes processos à intenção de formação calcada em bases solidárias, críticas e democráticas, acreditamos que contribuímos para a formação integral dos indivíduos que passam pela escola.

Acreditamos também que a diversidade de estratégias (filmes, dinâmicas, depoimentos, leituras, seminários, discussões, feira, avaliação escrita) permite atingir um maior número de alunos, sem, obviamente, ter a pretensão de que todos sejam atingidos da mesma forma. Cada sujeito receberá os estímulos e os interpretará a partir de suas vivências.

Esperamos com a presente contribuição auxiliar os professores da educação básica, a partir desta e de outras experiências compartilhadas, para que possam incluir a temática do racismo nas aulas de biologia, atendendo assim à necessidade de formarmos uma sociedade mais igualitária e justa e a prover aos egressos do ensino médio o entendimento da diversidade como um valor positivo inerente à manifestação do fenômeno *vida*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, D.S. **Fundamentos de Sistemática Filogenética**. 1ª ed. Ribeirão Preto: Holos, 2002. 154 p.
- ANJOS, S.R.S.; ROXO, V.M.M.S. Relações Étnico-Raciais no Ensino de Biologia: Institucionalização da Lei nº 10.639/03. In: Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE. Cadernos PDE, versão on line, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_ufrpr_bio_artigo_silvia_regina_santos.pdf. Acesso em: 02 set. 2017.
- BARBUJANI, G.; COLONNA, V. Human genome diversity: frequently asked questions. **Trends in Genetics**, v. 26, n. 7, 285-295, 2010.
- BARBUJANI, G.; MAGAGNI, A.; MINCH, E.; CAVALLI-SFORZA, L. An apportionment of human DNA diversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v. 94, 4516-4519, 1997.
- BECKWITH, J.; BERGMAN, K.; CARSON, M.; DOERR, T.; GELLER, L.; PIERCE, R.; KRIMSKY, S.; MARTIN, C.; SANTIAGO, M.; MURRAY, A.V.; WARREN, C.; ZICHTERMAN, C. Using Dialogues to Explore Genetics, Ancestry and Race. **The American Biology Teacher**, v. 79, n. 7, 525-537, 2017.
- BETHENCOURT, F. **Racismos: das Cruzadas ao século XX**. 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2018. 603 p.
- BETTO, F. **Por uma educação crítica e participativa**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Anfitheatro, 2018. 287 p.
- BORBA, J.B. **Uma breve retrospectiva do ensino de biologia no Brasil**. 2013. 30f. Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.
- BORGES, R.M.R.; LIMA, V.M.R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, 165-175, 2007.
- BRASIL. Lei N. 7716, de 05 de janeiro de 1989. Define os crimes resultantes de preconceito de raça ou de cor. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.369, 06 jan. 1989.
- BRASIL. Lei N. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.27833, 23 dez. 1996.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília. Ministério da Educação, 1998.
- BRASIL. Lei N. 10.639, de 09 de janeiro de 2003. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira”, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.1, 10 jan. 2003.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica** / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 18 abr. 2019.

CARO, T. The colours of extant mammals. **Semin. Cell Dev. Biol.**, v. 24, n. 6-7, 542-552, 2013.

CAVALLI-SFORZA, L.; CAVALLI-SFORZA, F. **Quem somos? História da Diversidade Humana**. 1ª ed. São Paulo: Ed. UNESP, 2002. 384 p.

COSTIN, G-E.; HEARING, V.J. Human skin pigmentation: melanocytes modulate skin color in response to stress. **The FASEB journal**, v. 21, 976-994, 2007.

CRAWFORD, N.G et. al. Loci associated with skin pigmentation identified in African populations. **Science**, v. 358, 867-887, 2017.

DALE, E. **Audiovisual Methods in Teaching**. 3ª ed. New York: Dryden Press, 1969. 719 p.

EVARISTO, C. **Poemas da recordação e outros movimentos**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Malê, 2017. 124 p.

FADIGAS, M.D. **Racismo Científico como Plataforma para Compreensão Crítica das Relações CTS: o Estudo de Desenvolvimento de uma Sequência Didática**. 2015. 187f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2015.

FALA, A.M.; CORREIA, E.M.; PEREIRA, H.D. Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. **Ciências e Cognição**, vol. 15, n. 1, 137-154, 2010.

FERNANDES, K.M. **O romper do silêncio histórico da questão racial no Ensino Superior de Biologia**. 2015. 160f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Educação/Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2015.

FERNANDES, L.C.A; LIMA, W.A. Desconstruindo o preconceito racial no ensino médio: o uso da educomunicação no ensino de biologia no IFPA-Belém. **Revista Thema**, v. 10, n. 1, 16-41, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 18ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988. 184 p.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 56ª ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2018. 143 p.

FRANCO, M.A.S. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Educação e Pesquisa**, v.31, n.3, 483-502, 2005.

FUTUYMA, D.J. **Evolutionary Biology**. 3ª ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 1998. 763 p.

GOULD, S.J. **A Falsa Medida do Homem**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 369 p.

GRIFFITHS, A.J.F.; GELBART, W.M; MILLER, J.H; LEWONTIN, R.C. **Genética Moderna**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 589 p.

GRIFFITHS, A.J.F.; WESSLER, S.R; LEWONTIN, R.C; CARROLL, S.B. **Introdução à Genética**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 756 p.

HUBBARD, A.R. (a) Testing Common Miconceptions about the Nature of Human Racial Variation. **The American Biology Teacher**, v.79, n.7, 538-543, 2017.

HUBBARD, A.R. (b) Teaching Race (Bioculturally) Matters: A Visual Approach for College Biology Courses. **The American Biology Teacher**, v.79, n.7, 516-524, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA (IPEA). **Atlas da Violência 2018**, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatorio_institucional/180604_atlas_da_violencia_2018.pdf. Acesso em: 10 jan. 2019.

JACCOUD, L.B. et. al. Entre o racismo e a desigualdade: da Constituição à promoção de uma política de igualdade racial (1988-2008). In: JACCOUD, L.B (Org.). A construção de política de igualdade racial: uma análise dos últimos 20 anos. Brasília: IPEA, 2009, 261-328.

JABLONSKI, N.G.; CHAPLIN, G. The colours of humanity: The Evolution of pigmentation in the human lineage. **Philos. Trans. R. Soc. London B Biol. Sci.**, v. 372:20160349, 2017.

KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a Formação do Cidadão. **Em Aberto**, v.7, n. 40, 55-60, 1988.

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

LIMA, F. B. T; SILVA, S.L.G. Ensino de Biologia e o combate ao racismo: uma experiência de implementação da Lei Nº 10.639/2003. In: **IV Colóquio Internacional Educação, Cidadania e Exclusão: Didática e Avaliação**, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/ceduce/trabalhos/TRABALHO_EV047_MD1_SA3_ID1774_08062015234216.pdf. Acesso em: 26 ago. 2017.

LIU, F. et. al. Genetics of skin color variation in Europeans: genome-wide association studies with functional follow-up. **Human Genetics**, n. 134, 823-835, 2015.

LONGHINI, I.M. Diferentes contextos do ensino de biologia no Brasil de 1970 a 2010. **Educação e Fronteiras On Line**, v. 2, n. 6, 56-72, 2012.

MAYR, E. Typological versus population thinking. In: RIDLEY, M. **Evolution**. 1ª ed. New York: Oxford University Press, 1997, 162 – 165.

MAYR, E. **The Growth of Biological Thought**. 12ª ed. Cambridge, Massachusetts/London, England: Harvard University Press, 2003, 974 p.

MOURA, T.W; RIBEIRO, N.C.T. **Levantamento Nacional de Informações Penitenciárias: INFOPEN – Junho de 2014**. Brasília. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Departamento Penitenciário Nacional, 2014. Disponível em: <https://www.justica.gov.br/news/mj-divulgara-novo-relatorio-do-infopen-nesta-terca-feira/relatorio-depen-versao-web.pdf>. Acesso em: 01 set. 2017.

NASCIMENTO, A. **O Genocídio do Negro Brasileiro**. Processo de um Racismo Mascarado. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2016, 229 p.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H.L; MENDONÇA, V.M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-Line**, n.39, 225-249, 2010.

NOGUEIRA, O. Preconceito racial de marca e preconceito racial de origem: sugestão de um quadro de referência para a interpretação do material sobre relações raciais no Brasil. **Tempo Social**, v. 19, n.1, 287-308, 2006.

OPPENHEIMER, S. Out-of-Africa, the peopling of continents and islands: tracing uniparental gene trees across the map. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, n.367, 770-784, 2012.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P.; FINCK, N.T.L; DOROCINSKI, S.I. Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. **Rev. PEC**, v.2, n. 1, 37-42, 2002.

PENA, S.D.J. **Igualmente Diferentes**. 1ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009, 116 p.

PIERCE, B.A. **Genética Essencial – Conceitos e conexões**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010, 505 p.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório Desenvolvimento Humano para Além das Médias**. Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/IDH/desenvolvimento-alem-das-medias.pdf>. Acesso em: 01 set. 2017.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 725 p.

SASSERON, L.H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, 49-67, 2015.

SCHAFER, G.B.; THOMPSON JR., J.N. **Genética Médica: Uma abordagem integrada**. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2015, 384 p.

SHORROCKS, B. **A Origem da Diversidade: as bases genéticas da evolução**. 1ª ed. São Paulo: Ed. USP, 1980, 181 p.

SILVA, D.V.C. **A educação das relações étnico-raciais no ensino de ciências: diálogos possíveis entre Brasil e Estados Unidos**. 2009. 322f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

SMITH, H.M; CHISZAR, D.; MONTANUCCI, R.R. Subspecies and Classification. **Herpetological Review**, v. 28, n. 1, 13-16, 1997.

TADOKORO, T.; KOBAYASHI, N.; ZMUDZKA, B.Z. et. al. UV-induced DNA damage and melanin content in human skin differing in racial/ethnic origin. **The FASEB Journal**, v. 17, n. 9, 1177-1179, 2003.

TEIXEIRA, P.M.M.; NETO, J.M. Sobre a Pesquisa-Ação nas Dissertações e Teses em Ensino de Biologia (1972-2011). **Alexandria – Rev. Educ. Ci. Tec**. v. 11, n. 1, 283-308, 2018.

TEMP, D.S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M.L. Desenvolvimento e uso de um modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**. V. 8, n. 2, 13-20, 2012.

TEMPLETON, A.R. Human Races: A Genetic and Evolutionary Perspective. **American Anthropologist**, v. 100, n. 3, 632-650, 1999.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 3, 443-466, 2005.

TRIVELATO, S.L.F.; TONIDANDEL, S.M.R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, 97-114, 2015.

VERRANGIA, D. Criações Docentes e o Papel do Ensino de Ciências no Combate ao Racismo e à Discriminações. **Educação em Foco**, v. 21, n.1, 70-103, 2016.

VISSCHER, M. O. et. al. Skin color and pigmentation in Ethnic Skin. **Facial Plast. Surg. Clin. North Am.**, v. 25, n. 1, 119 – 125, 2017.

WHEELER, D.A. et. al. The Complete Genome of an individual by massively parallel DNA sequencing. **Nature**, v. 452, 872-877, 2008.

WILSON, E.O. **Diversidade da Vida**. 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2012, 528.

APÊNDICE 1 – Questionário de avaliação da sequência

Universidade Federal de Juiz de Fora

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Questionário avaliativo da percepção dos alunos quanto às manifestações de racismo em situações do cotidiano

Orientadora: Michele Munk Pereira

Professora aplicadora: Michele G. P. Gravina

Instituição de Ensino: EE Clorindo Burnier

Turma: 3º ano/ matutino

IMPORTANTE: Caro aluno, sua identificação não é necessária.

Considerando seus conhecimentos e sua experiência pessoal, responda as questões propostas:

1 – Você acha que existe racismo no Brasil?

() Sim () Não

2 – Você acha que existem diferentes raças na espécie humana?

() Sim () Não

3 – Em sua opinião, a cor da pele é determinada:

() por um gene com dois alelos.

() por um gene com vários alelos.

() por vários genes.

() pela interação de vários genes com o ambiente.

4 – Existem características (físicas ou comportamentais) diretamente ligadas com a cor da pele?

() Sim () Não

5 – As diferenças nas condições de vida entre negros e brancos no Brasil têm origem:

() histórica/social

() genética

APÊNDICE 2 – Questões do Jogo do Privilégio

- 1 – Se sua família esteve presente na sua infância e adolescência, dê um passo à frente.
- 2 – Você considera que teve uma boa convivência com eles? Se sim, dê um passo adiante.
- 3 – Se você ganhou mesada durante a infância ou adolescência, dê um passo adiante.
- 4 – Se você fala e entende outra língua além do português, dê um passo adiante.
- 5 – Se sua casa já inundou ou desabou por causa de chuvas, dê um passo atrás.
- 6 – Se você estudou a maior parte do ensino básico em escola pública, dê um passo atrás.
- 7 – Se você já teve problemas sem fazer amizades ou conseguir emprego em função de sua aparência, dê um passo atrás.
- 8 – Se você já percebeu que as pessoas te trataram ou olharam diferente por causa da sua cor, dê um passo atrás.
- 9 – Se você já ouviu piadas por conta da cor da sua pele ou por causa de seu cabelo, dê um passo atrás.
- 10 – Se você já desejou ter outra cor de pele, dê um passo atrás.
- 11 – Se os seus pais já precisaram trabalhar à noite ou finais de semana, dê um passo atrás.
- 12 – Se você encontra facilmente cosméticos para seu cabelo e cor de pele, dê um passo adiante.
- 13 – Se os seus erros já foram alguma vez atribuídos à sua cor, dê um passo atrás.
- 14 – Se você teve acesso a uma alimentação equilibrada durante seu crescimento, dê um passo à frente.
- 15 – Se quando você vai procurar emprego sente que o que importa são apenas as suas qualificações e habilidades, dê um passo à frente.
- 16 – Se você alguma vez foi a única pessoa de sua cor na sala de aula ou ambiente de trabalho, dê um passo atrás.
- 17 -Se você tem folga nos feriados de sua religião, dê um passo à frente.

18 – Se você tem fácil acesso a serviços de saúde, dê um passo à frente.

19 – Se você precisa trabalhar e estudar, dê um passo atrás.

20 – Se você já viajou para fora do país, dê um passo à frente.

21 – Se você pode andar livremente, sem medo de ser confundido com um bandido, dê um passo à frente.

22 – Se você já sentiu como se não houvesse uma representação real de pessoas de seu grupo, dê um passo atrás.

23 – Se você estuda na escola a cultura e a história de seus ancestrais, dê um passo à frente.

APÊNDICE 3 – Bibliografia disponibilizada aos alunos

1 – Links:

<https://darwinianas.com/2017/01/17/existem-racas-humanas/>

<https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/genes-revelam-evolucao-da-cor-da-pele-rebatem-teorias-racistas-21941459#ixzz5B2e1m9zr>

<https://nossaciencia.com.br/colunas/elite-brasileira-usou-ciencia-para-disseminar-preconceito-racial/>

<https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2017/12/complexa-genetica-que-define-cor-da-pele.html>

<https://super.abril.com.br/historia/ciencia-contra-racismo/>

<http://cienciahoje.org.br/artigo/abaixo-as-racas/>

https://brasil.elpais.com/brasil/2018/09/03/ciencia/1535974124_908508.html

<https://drauziovarella.uol.com.br/drauzio/a-genetica-das-racas/>

2 – Livros:

GOULD, S.J. A Falsa Medida do Homem. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 369 p.

PENA, S.D.J. Igualmente Diferentes. 1ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009, 116 p.

3 – Revistas:

National Geographic – Edição Especial Raça/Abril 2018.

APÊNDICE 4 – Questões relativas aos seminários incluídas na prova bimestral

5 – Sobre a biodiversidade é correto afirmar que:

- a) O tráfico de animais não prejudica a biodiversidade de um determinado local, visto que a reprodução ocorre com rapidez.
- b) A biodiversidade é um conjunto de espécies de animais de um determinado local, não incluindo a fauna, pois essa não é um organismo vivo.
- c) O desenvolvimento urbano e econômico não ocasionou nenhuma perda para a biodiversidade em âmbito mundial.
- d) A biodiversidade é o conceito que abrange todas as formas de vida na natureza, incluindo as espécies animais, vegetais e os micro-organismos.

6 – Assinale a afirmativa correta sobre a variabilidade genética das populações:

- a) é importante para a sobrevivência da espécie, contribuindo em sua capacidade de adaptação ao ambiente.
- b) é maior nas espécies de reprodução assexuada.
- c) a origem da variabilidade é a endogamia.
- d) é uma desvantagem evolutiva.

7 – (ENEM) Define-se genoma como o conjunto de todo o material genético de uma espécie, que, na maioria dos casos, são as moléculas de DNA. Durante muito tempo, especulou-se sobre a possível relação entre o tamanho do genoma — medido pelo número de pares de bases (pb) —, o número de proteínas produzidas e a complexidade do organismo. As primeiras respostas começam a aparecer e já deixam claro que essa relação não existe, como mostra a tabela abaixo.

espécie	nome comum	tamanho estimado do genoma (pb)	n.º de proteínas descritas
<i>Oryza sativa</i>	arroz	5.000.000.000	224.181
<i>Mus musculus</i>	camundongo	3.454.200.000	249.081
<i>Homo sapiens</i>	homem	3.400.000.000	459.114
<i>Rattus norvegicus</i>	rato	2.900.000.000	109.077
<i>Drosophila melanogaster</i>	mosca-da-fruta	180.000.000	86.255

Internet: www.cbs.dtu.dk e www.ncbi.nlm.nih.gov.

De acordo com as informações acima:

- a) o conjunto de genes de um organismo define o seu DNA.
- b) a produção de proteínas não está vinculada à molécula de DNA.

- c) o tamanho do genoma não é diretamente proporcional ao número de proteínas produzidas pelo organismo.
- d) quanto mais complexo o organismo, maior o tamanho de seu genoma.

8 – A herança da cor da pele em seres humanos é um exemplo de herança do tipo:

- a) herança mendeliana típica.
- b) herança quantitativa.
- c) diibridismo.
- d) herança ligada ao sexo.

9 – (PISM/UFJF) Considere as afirmativas a seguir.

- I) As mutações, sendo fonte de variabilidade genética, ocorrem continuamente com o propósito de adaptar os indivíduos ao ambiente.
- II) A migração permite que se estabeleça fluxo gênico entre populações diferentes, diminuindo as diferenças genéticas entre elas e reduzindo a chance de especiação.
- III) A seleção natural não altera a frequência dos genes.
- IV) O estabelecimento de uma nova população, a partir de poucos indivíduos que emigram da população original, é um exemplo de princípio ou efeito do fundador.

Assinale a alternativa que contém todas as afirmativas CORRETAS.

- a) I e II
- b) I e III
- c) I e IV
- d) II e III
- e) II e IV

10 –

“[...]O que posso ser por fora
 Não determina o que há por dentro
 Cor de pele, cabelo e crânio
 Isso é velho pensamento
 Cada ser é um indivíduo
 E em seu DNA contido
 Constitui um firmamento

Somos todas da mesma espécie
 Somos todos da família
 Seguindo num mesmo som
 Seguindo na mesma trilha
 Compreender que não há raça
 Isso é a causa da desgraça
 De cada um na sua ilha.”

Nem isto, nem aquilo. Maria da Saúde da Silva. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/ciencia-e-arte-unidas-contr-a-o-racismo/>

O cordel acima é uma produção artística-cultural que trata da temática racismo e biologia. Sobre este assunto, podemos afirmar, EXCETO:

- a) Humanos de todas as populações do globo compartilham 99,9% de seus genes, de acordo com as descobertas do Projeto Genoma Humano. Tal fato suporta a inexistência de raças biológicas em seres humanos.
- b) O fluxo gênico entre as populações humanas mantém a identidade genômica da espécie.
- c) A espécie *Homo sapiens* pode ser dividida nas raças biológicas: caucasoide, negroide, aborígene e mongóis.
- d) A espécie *Homo sapiens* é relativamente recente no planeta, não havendo tempo nem isolamento suficientes para o surgimento de raças.

APÊNDICE 5 – Ficha de avaliação dos trabalhos apresentados na Feira Multidisciplinar

Ficha de Avaliação da Feira Multidisciplinar da EECB

Alunos da turma 3EM__ Título do trabalho: 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 –
Professor Orientador:

TÓPICOS A SEREM AVALIADOS	Nota de 1 a 10
Organização geral inclusive a limpeza e a organização do local da exposição	
Aspecto Visual do Trabalho	
Clareza na apresentação do trabalho/Domínio do conteúdo	
Uso adequado dos materiais (pôster, gráficos, tabelas, maquetes, entre outros)	
Conhecimento científico apresentado – Fundamentação científica (desenvoltura e Clareza nas definições e nos conceitos científicos essenciais apresentados no trabalho)	
Originalidade/Criatividade do trabalho	
Relevância social e científica	
Participação dos componentes da equipe na apresentação (Interação, participação, organização dos alunos durante a exposição e entrosamento dos componentes da equipe.)	
Sustentabilidade do Projeto (uso de materiais recicláveis e a menor geração de lixo no desenvolvimento e apresentação dos trabalhos)	

APÊNDICE 6 – Produto Educacional: Roteiro para Utilização da Sequência Didática**O ENSINO DE GENÉTICA COMO INSTRUMENTO DE COMBATE À
DISCRIMINAÇÃO RACIAL**

Produto Educacional elaborado por Michele das Graças Pacheco Gravina, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Michele Munk, a partir da dissertação “O Ensino de Genética como Instrumento de Combate à Discriminação Racial”, apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional/PROFBIO – polo UFJF, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Prezado (a) professor (a),

Apresentamos aqui uma sequência didática abordando conteúdos de genética e evolução humanas a partir da contextualização da problemática do racismo. O produto foi aplicado em uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública e foi desenvolvido a partir das metodologias de ensino por investigação e pesquisa-ação. Esperamos que este produto seja útil para que possa guiar seus alunos em um processo de aprendizagem crítico-reflexivo e eficaz. Bom trabalho!

1 INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado nesta dissertação inspira-se na pesquisa-ação e no ensino por investigação para subsidiar a construção de uma sequência didática que oportuniza aos discentes vivenciarem uma forma investigativa de aprendizado em biologia. Escolhemos o tema “racismo” para contextualizar vários conteúdos curriculares, como: genética quantitativa, genética molecular, biodiversidade, genética de populações e evolução humana. O olhar interligado para diferentes temas, tradicionalmente estruturados de forma estanque e fragmentada, contribui para o desenvolvimento de uma visão holística do fenômeno *vida* e proporciona a percepção da espécie humana como integrante deste fenômeno.

Trazer a temática da discriminação racial para o âmbito escolar é de fundamental importância, visto que, no Brasil, apesar do propalado mito da existência de uma democracia racial, os vários indicadores sociais ainda apontam para uma diferença marcante entre as condições de vida das populações de negros e brancos.

Em contribuição ao campo da educação para as relações étnico-raciais, o ensino de biologia pode auxiliar no processo de combate ao racismo ao trabalhar junto aos discentes os conceitos de: (i) identidade genômica – o Projeto Genoma Humano revelou uma similaridade genética de 99,9% entre os seres humanos e (ii) evolução humana – o caráter adaptativo do traço “cor da pele” permite uma plasticidade fenotípica alta, sem, no entanto, refletir diferenças genéticas significativas; o recente surgimento dos humanos aliado ao tamanho populacional e às altas taxas de migração não proporcionam os requisitos para estabelecer um isolamento que leve à especiação ou a uma diferenciação genética significativa para o estabelecimento de raças.

O produto idealizado neste trabalho é uma sequência didática de quinze aulas, pensadas para alcançar os alunos nos seguintes percursos formativos: sensibilização, construção de conhecimentos teóricos, reflexão e apresentação do que foi aprendido.

2 ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática está organizada em 15 aulas de 50 minutos, organizadas conforme a tabela abaixo:

Tabela 1 – Distribuição das atividades ao longo da sequência.

Aula	Conteúdo	Atividades
1	-	Aplicação do questionário.
2	Sensibilização/Contexto das situações de racismo	Exibição do filme <i>Escritores da Liberdade</i> (122 min.)
3	Sensibilização/Contexto das situações de racismo	Exibição do filme <i>Escritores da Liberdade</i>
4	Sensibilização/Contexto das situações de racismo	Exibição do filme <i>Escritores da Liberdade</i>
5	Sensibilização/Contexto das situações de racismo	Discussão do filme
6	Sensibilização/Contexto das situações de racismo	Discussão do filme
7	Sensibilização/Racismo institucional - causas	Realização da dinâmica <i>Jogo do Privilégio</i> e discussão
8	Sensibilização/Racismo - consequências	Leitura de depoimentos
9	-	Definição dos grupos de trabalho e disponibilização de literatura
10	Biodiversidade	Apresentação de seminário
11	Variabilidade genética e adaptação	Apresentação de seminário
12	Identidade genômica das espécies	Apresentação de seminário
13	Determinação da cor da pele em humanos	Apresentação de seminário

14	Fluxo gênico e estrutura de populações	Apresentação de seminário
15	Racismo Científico e Movimentos Eugênicos	Apresentação de seminário

Fonte: elaborado pela autora.

3 DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

3.1 SENSIBILIZAÇÃO

- **Aula 1 – aplicação do questionário pré-teste:** a aplicação do instrumento pré-teste (Apêndice A) tem a finalidade de coletar dados acerca das concepções iniciais que os discentes trazem a respeito do racismo e seus conhecimentos prévios acerca da genética envolvida na determinação e variação do caráter cor da pele. Além disso, servirá como parâmetro de avaliação da sequência ao ser reaplicado ao final do processo.

- **Aulas 2, 3 e 4 – exibição do filme:** o objetivo desta atividade é chamar a atenção dos estudantes para o contexto em que as relações étnico-raciais reproduzem o racismo em nível estrutural e cotidiano. Espera-se que o filme provoque nos alunos uma reflexão sobre a realidade discriminatória em que vivemos e como isso interfere na qualidade de vida das vítimas. Escolhemos o filme *Escritores da Liberdade* por situar os conflitos em ambiente escolar, familiar aos discentes. Entretanto, outros filmes podem ser utilizados de acordo com a avaliação dos professores, como *Estrelas além do tempo*, entre outros.

- **Aulas 5 e 6 – discussão do filme:** após a exibição do filme sugere-se que os professores promovam uma discussão no sentido de despertar os alunos para as diferenças nas condições de vida entre as populações de negros e brancos no Brasil. Caso os discentes se mostrem tímidos, será necessário estimulá-los através do direcionamento através de perguntas. Pode-se, por exemplo, pedir que eles identifiquem as situações de racismo que surgem no filme. O direcionamento dependerá dos dados coletados na aplicação inicial do questionário e do conhecimento que o docente tem sobre a realidade de seus alunos.

- **Aula 7 – leitura de depoimentos:** sugere-se pedir aos alunos que levem depoimentos retirados da internet ou a partir de entrevistas com pessoas de seu convívio. Se os discentes se sentirem confortáveis pode-se pedir que eles também possam dar seu testemunho a partir de situações vivenciadas por eles. Os objetivos desta aula são perceber os impactos do racismo sobre as vítimas e exercitar a empatia por parte dos demais alunos. Sugere-se que os depoimentos coletados pelos discentes sejam lidos pelos próprios alunos e não pelos professores.

- **Aula 8 – realização da dinâmica *Jogo do Privilégio*:** a realização da dinâmica tem o objetivo de evidenciar aos alunos as origens das desigualdades percebidas. Em nossa sequência procedemos a adaptação da dinâmica disponibilizada pelo Instituto Identidades do Brasil no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=MuoE3IJZoZU>. A ideia do jogo é que os alunos partam de um mesmo ponto, demarcado no solo, e avancem ou retrocedam pelas casas demarcadas de acordo com perguntas que procuram simular os fatores que interferem na configuração social de diferentes grupos. As perguntas que nós formulamos e utilizamos estão disponíveis no Apêndice B, mas podem ser adaptadas. Dependendo do número de alunos talvez seja necessário escolher quem participará da “corrida” e é importante que sejam convidados alunos negros e brancos; preferencialmente na mesma proporção, embora isso nem sempre seja possível pelo menor número de alunos negros que chegam ao ensino médio. Ao final da dinâmica deve-se reservar um tempo para discutir a disposição final dos participantes, estimulando que eles participem e procurando direcionar as questões a partir dos conhecimentos da história de nossa colonização.

Outras atividades podem ser utilizadas nesta etapa, como análise de discurso em obras literárias e musicais. O importante é considerar os interesses dos alunos para engajá-los nas atividades para que possam refletir sobre a problemática e possíveis intervenções.

3.2 TRATAMENTO TEÓRICO

- **Aula 9 – definição dos grupos de trabalho:** esta aula deve ser utilizada para que o docente apresente os temas para os seminários e promova a definição dos grupos de trabalho. Os temas especificados em nossa sequência estão listados na tabela 1 da seção anterior; entretanto, os professores podem definir outras temáticas que melhor atendam às peculiaridades de seus alunos, sendo que os temas aqui listados ficam a título de sugestão. Sugere-se também que nesta aula seja fornecida aos alunos uma bibliografia básica (Apêndice C), enfatizando, no entanto, que eles devem realizar pesquisas adicionais. O objetivo ao propor aos estudantes a apresentação dos seminários é proporcionar uma vivência de maior autonomia na construção dos conhecimentos teóricos, além de aproximá-los das metodologias e linguagens da ciência, tendo em vista que o ensino por investigação é uma tônica desta sequência. Deve-se observar que a atribuição dos temas deve ser feita de forma a levar os discentes a adotar uma postura de pesquisa, análise, comparação e divulgação dos conhecimentos produzidos pelos cientistas. Outras metodologias ativas podem ser utilizadas pelos professores (sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas etc.).

- **Aulas 10, 11, 12, 13, 14 e 15 – apresentação dos seminários:** este momento em que os discentes apresentam as discussões e conclusões sobre os temas escolhidos para apresentarem deve ter parâmetros claros de avaliação por parte dos professores, que precisam estar atentos à cobertura mínima necessária para a compreensão da variabilidade genética humana, no que diz respeito à determinação da cor da pele. Recomendamos que os docentes interfiram o mínimo possível, a fim de permitir que os alunos vivenciem a utilização da linguagem para comunicação de conhecimentos científicos. É necessário estar atento (a) à correção conceitual e compreensão dos processos, tanto pelos alunos que apresentam quanto pelos ouvintes. Aspectos nos quais os professores devem dedicar especial atenção são: os níveis em que a diversidade se manifesta; como surgem novas formas alélicas e como elas se expressam no fenótipo; como os mecanismos evolutivos atuam sobre a variabilidade; como funciona a herança do tipo quantitativa (em especial no caso do caráter cor da pele); o papel da seleção natural na evolução deste caráter; interesses econômicos e ideologias subjacentes ao “fazer científico”. Caso os professores identifiquem incorreções ou tratamento insuficiente destes tópicos recomenda-se que faça as intervenções que julgar necessárias.

3.3 AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA

Consideramos que quanto mais elementos os professores tiverem para analisar, melhor será sua avaliação das atividades desenvolvidas. Em nosso estudo utilizamos a comparação das respostas aos instrumentos pré e pós-teste (questionário), a inclusão de questões sobre os seminários na prova bimestral e propusemos que os alunos apresentassem o que aprenderam durante a sequência na feira multidisciplinar da escola. Para esta apresentação deixamos os estudantes livres para escolherem a forma como o fariam, respeitando suas habilidades e interesses. A título de exemplo, disponibilizamos a ficha de avaliação utilizada em nossa avaliação dos trabalhos da feira (Apêndice D).

Aos professores interessados em uma leitura mais profundada sobre o tema sugerimos uma bibliografia auxiliar no Apêndice E.

APÊNDICES DO ROTEIRO:**A) QUESTIONÁRIO (PRÉ E PÓS-TESTE)**

Universidade Federal de Juiz de Fora

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Questionário avaliativo da percepção dos alunos quanto às manifestações de racismo em situações do cotidiano

Orientadora: Michele Munk Pereira

Professora aplicadora: Michele G. P. Gravina

Instituição de Ensino: E.E. Clorindo Burnier

Turma: 3º ano/ matutino

IMPORTANTE: Caro aluno, sua identificação não é necessária.

Considerando seus conhecimentos e sua experiência pessoal, responda as questões propostas:

1 – Você acha que existe racismo no Brasil?

() Sim () Não

2 – Você acha que existem diferentes raças na espécie humana?

() Sim () Não

3 – Em sua opinião, a cor da pele é determinada:

- () por um gene com dois alelos.
- () por um gene com vários alelos.
- () por vários genes.
- () pela interação de vários genes com o ambiente.

4 – Existem características (físicas ou comportamentais) diretamente ligadas com a cor da pele?

() Sim () Não

5 – As diferenças nas condições de vida entre negros e brancos no Brasil têm origem:

- () histórica/social
- () genética

B) PERGUNTAS PARA O JOGO DO PRIVILÉGIO

- 1 – Se sua família esteve presente na sua infância e adolescência, dê um passo à frente.
- 2 – Você considera que teve uma boa convivência com eles? Se sim, dê um passo adiante.
- 3 – Se você ganhou mesada durante a infância ou adolescência, dê um passo adiante.
- 4 – Se você fala e entende outra língua além do português, dê um passo adiante.
- 5 – Se sua casa já inundou ou desabou por causa de chuvas, dê um passo atrás.
- 6 – Se você estudou a maior parte do ensino básico em escola pública, dê um passo atrás.
- 7 – Se você já teve problemas sem fazer amizades ou conseguir emprego em função de sua aparência, dê um passo atrás.
- 8 – Se você já percebeu que as pessoas te trataram ou olharam diferente por causa da sua cor, dê um passo atrás.
- 9 – Se você já ouviu piadas por conta da cor da sua pele ou por causa de seu cabelo, dê um passo atrás.
- 10 – Se você já desejou ter outra cor de pele, dê um passo atrás.
- 11 – Se os seus pais já precisaram trabalhar à noite ou finais de semana, dê um passo atrás.
- 12 – Se você encontra facilmente cosméticos para seu cabelo e cor de pele, dê um passo adiante.
- 13 – Se os seus erros já foram alguma vez atribuídos à sua cor, dê um passo atrás.
- 14 – Se você teve acesso a uma alimentação equilibrada durante seu crescimento, dê um passo à frente.
- 15 – Se quando você vai procurar emprego sente que o que importa são apenas as suas qualificações e habilidades, dê um passo à frente.
- 16 – Se você alguma vez foi a única pessoa de sua cor na sala de aula ou ambiente de trabalho, dê um passo atrás.
- 17 -Se você tem folga nos feriados de sua religião, dê um passo à frente.
- 18 – Se você tem fácil acesso a serviços de saúde, dê um passo à frente.
- 19 – Se você precisa trabalhar e estudar, dê um passo atrás.

20 – Se você já viajou para fora do país, dê um passo à frente.

21 – Se você pode andar livremente, sem medo de ser confundido com um bandido, dê um passo à frente.

22 – Se você já sentiu como se não houvesse uma representação real de pessoas de seu grupo, dê um passo atrás.

23 – Se você estuda na escola a cultura e a história de seus ancestrais, dê um passo à frente.

C) BIBLIOGRAFIA PARA ALUNOS

1 – Links:

<https://darwinianas.com/2017/01/17/existem-racas-humanas/>

<https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/genes-revelam-evolucao-da-cor-da-pele-rebatem-teorias-racistas-21941459#ixzz5B2e1m9zr>

<https://nossaciencia.com.br/colunas/elite-brasileira-usou-ciencia-para-disseminar-preconceito-racial/>

<https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2017/12/complexa-genetica-que-define-cor-da-pele.html>

<https://super.abril.com.br/historia/ciencia-contra-racismo/>

<http://cienciahoje.org.br/artigo/abaixo-as-racas/>

https://brasil.elpais.com/brasil/2018/09/03/ciencia/1535974124_908508.html

<https://drauziovarella.uol.com.br/drauzio/a-genetica-das-racas/>

2 – Livros:

GOULD, S.J. A Falsa Medida do Homem. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 369 p.

PENA, S.D.J. Igualmente Diferentes. 1ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009, 116 p.

3 – Revistas:

National Geographic – Edição Especial Raça/Abril 2018.

D) FICHA PARA AVALIAÇÃO DOS TRABALHOS

Ficha de Avaliação da Feira Multidisciplinar

Alunos da turma 3EM__ Título do trabalho: 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 –
Professor Orientador:

TÓPICOS A SEREM AVALIADOS	Nota de 1 a 10
Organização geral inclusive a limpeza e a organização do local da exposição	
Aspecto Visual do Trabalho	
Clareza na apresentação do trabalho/Domínio do conteúdo	
Uso adequado dos materiais (pôster, gráficos, tabelas, maquetes, entre outros)	
Conhecimento científico apresentado – Fundamentação científica (desenvoltura e Clareza nas definições e nos conceitos científicos essenciais apresentados no trabalho)	
Originalidade/Criatividade do trabalho	
Relevância social e científica	
Participação dos componentes da equipe na apresentação (Interação, participação, organização dos alunos durante a exposição e entrosamento dos componentes da equipe.)	
Sustentabilidade do Projeto (uso de materiais recicláveis e a menor geração de lixo no desenvolvimento e apresentação dos trabalhos)	

E) BIBLIOGRAFIA PARA PROFESSORES

- ANJOS, S.R.S.; ROXO, V.M.M.S. Relações Étnico-Raciais no Ensino de Biologia: Institucionalização da Lei nº 10.639/03. In: Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE. Cadernos PDE, versão on line, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_ufrpr_bio_artigo_silvia_regina_santos.pdf. Acesso em: 02 set. 2017.
- BETHENCOURT, F. **Racismos: das Cruzadas ao século XX**. 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2018. 603 p.
- BRASIL. **Lei N. 7716, de 1989**. Define os crimes resultantes de preconceito de raça ou de cor.
- BRASIL. **Lei N. 9394, de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília. Ministério da Educação, 1998.
- BRASIL. **Lei N. 10.639, de 2003**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira”, e dá outras providências.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica** / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 18 abr. 2019.
- CAVALLI-SFORZA, L.; CAVALLI-SFORZA, F. **Quem somos? História da Diversidade Humana**. 1ª ed. São Paulo: Ed. UNESP, 2002. 384 p.
- FRANCO, M.A.S. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Educação e Pesquisa**, v.31, n.3, 483-502, 2005.
- FUTUYMA, D.J. **Evolutionary Biology**. 3ª ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 1998. 763 p.
- GRAVINA, M.; MUNK, M. Por que discutir racismo em aulas de biologia? **Ciência Hoje**, v. 351, 2019. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/por-que-discutir-racismo-em-aulas-de-biologia/>. Acesso em 07 mar. 2019.
- GOULD, S.J. **A Falsa Medida do Homem**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 369 p.
- GRIFFITHS, A.J.F.; GELBART, W.M; MILLER, J.H; LEWONTIN, R.C. **Genética Moderna**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 589 p.
- LIMA, F. B. T; SILVA, S.L.G. Ensino de Biologia e o combate ao racismo: uma experiência de implementação da Lei Nº 10.639/2003. In: **IV Colóquio Internacional Educação, Cidadania e Exclusão: Didática e Avaliação**, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em:

http://www.editorarealize.com.br/revistas/ceduce/trabalhos/TRABALHO_EV047_MD1_SA3_ID1774_08062015234216.pdf. Acesso em: 26 ago. 2017.