

Decolonialidade e ensino de biologia: Potências e contradições na abordagem do processo da mestiçagem em aulas de genética

Yonier Alexander Orozco Marin¹ e Suzani Cassiani²

1 Universidade Federal do Norte de Tocantins (Araguaína, Brasil), E-mail: apmusicomano@gmail.com. 2 Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis, Brasil), E-mail: suzanicassiani@gmail.com

Resumo: A decolonialidade é um movimento teórico político, social e cultural, que cada vez mais vem incursionando no campo da educação e do ensino de ciências. Essa incursão tem acontecido mais no plano teórico e muito pouco no plano da práxis da sala de aula. Assim, o objetivo deste trabalho foi apontar potencialidades e contradições da proposta decolonial no ensino de biologia, a partir da caracterização qualitativa e quantitativa das aprendizagens desenvolvidas por 63 alunas e alunos da educação básica secundária em uma escola de Bogotá, Colômbia, durante a implementação de uma proposta didática, para o ensino de genética, fundamentada na problematização do fenômeno da mestiçagem na América Latina. Identificamos potências como a possibilidade de contextualizar os conceitos científicos em marcos históricos, favorecendo o questionamento por parte do alunado de práticas culturais naturalizadas na sociedade que se relacionam com suas identidades e experiências de vida. Como contradição, destaca-se que a decolonialidade, mais do que focar nos saberes incluídos ou não nos processos didáticos, pode contribuir a fortalecer a coerência entre postura política, pedagógica e didática em sala de aula.

Palavras-chave: decolonialidade, educação antirracista, genética mendeliana, pedagogia decolonial.

Title: Decoloniality and teaching of biology: Possibilities and contradictions in approaching the process of miscegenation in genetics classes

Abstract: Decoloniality is a theoretical political movement that has recently entered the field of science education and teaching. This incursion has happened more on the theoretical level, and not so much on the level of praxis in the classroom. Therefore, the objective of this work was to point out potentials and contradictions of the decolonial proposal in the teaching of biology, from the qualitative and quantitative characterization of the learning developed by 63 students and students of the eighth grade of elementary education II in a school in Bogotá, Colombia, during the implementation of a didactic proposal, for the teaching of genetics, based on the political theoretical framework of decoloniality and on the problematization of the phenomenon of miscegenation in Latin America. Powers were identified as the possibility of contextualizing scientific concepts in historical milestones, favoring the questioning by students of

cultural practices naturalized in society that relate to their identities and life experiences. As a contradiction, it is highlighted that decoloniality, more than focusing on the knowledge included or not in the didactic processes, can contribute to strengthen the coherence between political, pedagogical and didactic posture in the classroom.

Keywords: anti-racist education, decoloniality, decolonial pedagogy, mendelian genetics.

Introdução

A decolonialidade é um movimento teórico político, social e cultural que nos últimos anos vem impactando o campo da pesquisa em educação na América Latina, mas também em outros territórios (Walsh, Oliveira e Candau, 2018). Sua incursão na educação científica é ainda mais recente.

Na educação em ciências, a decolonialidade tem permitido problematizar de maneira mais explícita a história da América Latina e sua herança colonial e as problemáticas sociais produzidas pela colonialidade e que ainda estão presentes como: o racismo, o epistemicídio, o patriarcado, o genocídio de comunidades étnicas, a desigualdade econômica, o capitalismo como projeto desumanizador. A proposta decolonial também tem permitido dar mais visibilidade às propostas de movimentos que lutam pela defesa do território a dissidência sexual e de gênero, a luta indígena e campesina, os feminismos do sul, entre outros. A produção recente de pesquisas e reflexões da possível relação entre educação em ciências e decolonialidade tem se desenvolvido até agora principalmente no plano teórico (Dutra, Castro, Monteiro, 2019; Pinheiro, 2019) e/ou no plano de propostas didáticas (Ribeiro e Pereira, 2019; Pires, Silva e Souto, 2019) que não necessariamente têm sido implementadas em contextos escolares e sistematizadas.

O objetivo deste trabalho foi apontar potencialidades e contradições da proposta decolonial na educação em biologia, a partir da caracterização das aprendizagens desenvolvidas por 63 alunas e alunos da oitava série da educação básica secundária em uma escola de Bogotá, Colômbia, durante a implementação de uma proposta didática, para o ensino de genética, fundamentada no marco teórico político da decolonialidade e na problematização do fenômeno da mestiçagem na América Latina.

Decolonialidade e ensino de ciências

A decolonialidade como campo teórico político nasceu nas ciências sociais e como proposta de intelectuais da América Latina, se consolidando na década dos 90s. O movimento reconhece que:

A colonização está ligada ao domínio geográfico de uma determinada região, e com ela se estabelece o colonialismo – uma relação de poder da metrópole, que objetiva o controle e a dependência econômica das colônias. Já a colonialidade é um processo intersubjetivo, de introjeção dos costumes e modos de ser e viver do colonizador nos povos colonizados, através do apagamento e da negação das identidades e culturas originárias (Menezes et al., 2019, p. 65).

No meio de sua diversidade, os estudos decoloniais mantem como núcleo comum uma crítica ao eurocentrismo como modelo universal civilizatório, ao capitalismo como sistema de exploração econômica, à sociedade patriarcal e aos processos de racialização e genocídio material e simbólico da classe trabalhadora e dos povos étnicos e racializados. No seu horizonte político se coloca a superação desses legados, das relações coloniais ainda vigentes na colonialidade do poder (Quijano, 2005), do ser (Torres, 2007), do saber (Lander, 2005) assim como outras formas de colonialidade que vêm sendo apontadas mais recentemente.

No nível da pedagogia, Walsh (2013) propõe as pedagogias decoloniais como práticas insurgentes e coletivas para a reivindicação política promovendo diálogos de saberes desde a interculturalidade crítica. A pedagogia decolonial se coloca ao serviço das demandas políticas dos povos subalternizados respeitando e valorizando as diferenças, não para que essas diferenças sejam assimiladas ou padronizadas pela maquinaria capitalista, mas para que o diálogo crítico entre estas, permita combater os legados coloniais que afetam os povos.

Alguns diálogos entre a decolonialidade e a educação científica têm sido construídos. A obra "Decolonialidades na educação em ciências" organizada por Monteiro e colaboradores (Monteiro et al., 2019) consiste em uma coleção de textos que articulam argumentos e reflexões mais explícitas que podem contribuir na realidade do professor de ciências, entre elas a biologia, em sala de aula. Tomando a definição de princípios de planejamento como enunciados heurísticos, cujas características orientam a construção da intervenção didática (Plomp, 2009), trazemos algumas reflexões apresentadas nessa obra, das quais podemos derivar enunciados e princípios de planejamento para pensar propostas didáticas em sala de aula. A relação de decolonialidade e ensino de ciências compreende o fato de reconhecer que:

A educação em ciências possui na sua raiz a reprodução das formas de colonialidade do saber, ser e poder dentro de uma sociedade em constantes tensões, onde o ensino de Ciências possui várias finalidades, como por exemplo, ser um instrumento de legitimação de relações de inferiorização de determinados grupos sociais ou étnicos. (Dutra, Castro e Monteiro, 2019, p. 11).

Isso se reflete no pouco investimento educativo estatal em regiões periféricas e habitadas por populações consideradas étnicas pela sociedade, fazendo com que as e os alunos dessas regiões estejam em desvantagem na hora de aprender de maneira crítica a ciência, de modo que seja funcional nas suas vidas e comunidades. Tanto nesses espaços, como em contextos mais centralizados, os saberes dos movimentos sociais, tradicionais, ancestrais e étnicos têm pouco espaço no ensino de ciências, entre elas a biologia. O saber científico é apresentado como uma produção exclusiva dos povos brancos desenvolvidos e acoplados com a ideia de progresso e desenvolvimento no marco capitalista, em contraponto com o suposto atraso e subdesenvolvimento dos povos racializados (Pinheiro, 2019). Por isso, um princípio de planejamento para propostas didáticas, desde a perspectiva decolonial, pode ser a humanização dos povos racializados, reconhecendo suas produções intelectuais e científicas.

A decolonialidade não propõe que o saber científico ocidental deva ser ignorado ou não abordado na educação em ciências, para ser substituído pelos saberes e epistemologias do sul. Na realidade:

Ao se ressaltar a face oculta do binômio colonialidade/modernidade, não se despreza a cosmologia moderna e não se propõe uma nova hegemonia dos conhecimentos dos povos do Sul contra os do Norte. Impõe-se, por um lado, a contextualização das categorias naturalizadas como absolutas, trazendo a necessidade de uma tradução para os novos cenários, cujos agentes, com outros repertórios, irão ressignificar seus conteúdos. Por outro lado, impõe-se verificar na cosmologia moderna hegemônica as suas contradições, mascaradas (Dutra, Castro, Monteiro, 2019, p. 5).

Desta reflexão, podemos destacar outros dois princípios de planejamento para propostas didáticas em sala de aula. Um deles consistiria na tradução e ressignificação da ciência apresentada na escola, às realidades de opressão históricas de nossos contextos. O outro princípio consistiria em ensinar conceitos das ciências da natureza desde uma abordagem crítica com as contradições, operações de exclusão e naturalização do capitalismo colonial, colocado como única possibilidade para nossos territórios.

Além dos conhecimentos e saberes que as/os estudantes constroem em um processo de ensino e de aprendizagem, também é relevante que esses processos apontem à transformação do ser. Como menciona Fanon (1961), não existe descolonização sem uma transformação profunda do ser. Assim, é importante promover a reflexão sobre nossas próprias experiências de vida, nossas identidades e aquilo que queremos ser e que acreditamos que somos, por meio da articulação dos saberes da ciência com os saberes de movimentos sociais, entre outros.

Na Colômbia, pesquisas como a de Vásquez e Hernández (2020) ressaltam que a branquitude constitui um desejo fenotípico da população, assim como um paradigma que condiciona os comportamentos e personalidades dos sujeitos para viver uma vida mais individualizada (Lerma, 2016), consumista e distanciada de tudo aquilo associado à negritude e ao indígena. Problematizar essas ideias de branquitude, raça, pertencimento étnico, desde uma abordagem crítica dos conceitos de biologia que podem estar associados à genética, por exemplo, pode ser importante. Essas abordagens convidam a corporalizar o processo de ensino e de aprendizagem.

Por outra parte, a decolonialidade no ensino de ciências também se pauta:

Na interculturalidade crítica, ou seja, aquela que percebe as assimetrias de poder que a diferença colonial implantou no encontro entre culturas "sul-norte", criando classificações e identidades forjadas na hierarquização e subordinação de determinados grupos – negros/as, indígenas, mulheres, não heteronormativos – frente a outros – homens brancos, mestiços, heteronormativos. (Menezes et al., 2019, p. 67).

No caso de articular diálogos entre os saberes da ciência ocidental com os saberes dos movimentos sociais, étnicos ou ancestrais numa proposta

didática, deve-se ter cuidado para que estes últimos não sejam esvaziados dos contextos políticos e das realidades materiais dos territórios nos quais foram tecidos. Do até aqui exposto podemos destacar cinco Princípios de Planejamento Decoloniais (PPD) que podem fundamentar propostas didáticas. São eles:

- Humanizar os povos racializados e subalternizados, reconhecendo suas produções intelectuais e científicas (PPD1);

- Traduzir e ressignificar a ciência apresentada na escola, em relação às realidades de opressão históricas de nossos contextos, marcados pelas diversas formas de colonialidade (PPD2);

- Ensinar conceitos das ciências da natureza, desde uma abordagem crítica com as contradições, operações de exclusão, hierarquização e naturalização do capitalismo colonial como única possibilidade para nossos territórios (PPD3);

- Refletir sobre nossas próprias experiências de vida, nossas identidades e aquilo que queremos ser e que acreditamos que somos, por meio de articulação dos saberes da ciência com os saberes de movimentos sociais (PPD4);

- Trazer saberes dos movimentos sociais, étnicos ou ancestrais nas propostas didáticas, cuidando que esses saberes não sejam esvaziados dos contextos políticos e das realidades materiais dos territórios nos quais foram engendrados (PPD5).

Ensino de genética e os diálogos possíveis com as abordagens críticas da mestiçagem na América Latina

Existe uma ideia mais ou menos consensual na área de ensino de biologia, seja no ensino fundamental ou médio, de que a abordagem dos conteúdos de genética em sala de aula é uma tarefa muito desafiante, tanto para o professor, quanto para a aprendizagem dos alunos (Neto e Giraldi, 2019; Brao e Pereira, 2015; Santos et al., 2020). Conceitos e procedimentos da genética se atualizam de forma acelerada, a um ritmo que a escola tem dificuldade de acompanhar.

Também são apontados diversos desafios didáticos para o ensino de genética, que perpassam a presença de livros e recursos didáticos desatualizados nas escolas (Neto e Giraldi, 2019), a falta de infraestrutura, formação adequada de professoras e professores, a disposição do alunado (Santos et al., 2020), entre outros. Mas também pode ser ressaltada uma potência, o ensino de genética convoca o diálogo com questões sociais e políticas. Como destacam Neto e Giraldi:

Não basta ensinar o “novo”, pois tratar de temas atuais não garante que não se perpetue um ensino dogmático, linear e descontextualizado. Mais do que ensinar o “novo”, é necessário garantir reflexões críticas, com uma multiplicidade de olhares para o mundo (Neto e Giraldi, 2019, p.143).

A abordagem de temáticas consideradas novas na genética como os transgênicos, a biotecnologia, a epigenética, clonagem, genoma humano, entre outros, não garante por si só que o ensino de genética superará

limitações em sala de aula em relação à integração de conceitos e o desenvolvimento didático de experiências que contribuam para posicionamentos críticos e argumentos do alunado. O que garante essas aprendizagens não são as novidades dos conceitos abordados, mas as contextualizações políticas e didáticas nas quais a prática é inserida.

Segundo o documento de Direitos Básicos da Aprendizagem na área de Ciências Naturais, da Colômbia, o ensino de genética apresenta-se dividido em dois momentos. Um deles relacionado com a abordagem de conteúdos associados à genética da herança (Leis de Mendel, conceito de haploide, diploide, genótipo, fenótipo, gene, alelo, entre outros). E outro momento no qual se abordam conteúdos associados à genética molecular, estrutura do DNA e o RNA, processos de replicação, transcrição e tradução, código genético, funções das proteínas, entre outros.

Considerando a necessidade de que o ensino de genética possa ter relevância social, cultural e política (Neto e Giraldi, 2019), em uma possível articulação com princípios decoloniais, abordar em sala de aula o fenômeno da mestiçagem desde perspectivas macro e históricas, mas também em perspectivas mais pessoais e familiares, pode ser um bom caminho.

Segundo Hoz, Sandoval e Yunis:

Es indudable que el mestizaje, desde el punto de vista genético, es un proceso lento. Es una verdad elemental que, si dejamos de lado aspectos del pasado más lejano, cuya información científica y en particular genética nos falta, el proceso activo se inicia a partir de la Conquista, y en particular en todo el periodo que conocemos como la Colonia (Sandoval e Yunis, 1993, p. 8).

Tradicionalmente o alunado considera a mestiçagem como um fenômeno de curto prazo, quando dois progenitores de "raças" diferentes geram uma filha ou filho com características fenotípicas intermediárias, gerando o mestiço. Nessa concepção limitada da mestiçagem, a raça é compreendida como uma realidade fenotípica associada às características da cor da pele, textura do cabelo, entre outras. Ao mesmo tempo, se supõe que essas raças são determinadas "geneticamente" e que constituem grupos claramente diferenciados dentro da espécie humana.

Nos estudos da estrutura genética de populações da América Latina quando se caracterizam geneticamente os grupos "negros", "indígenas" e "caucásicos" não se faz referência à presença de alelos que determinem características como a cor da pele ou textura do cabelo. Mas sim, às frequências gênicas ancestrais identificadas nos estudos de alelos (Hoz, Sandoval e Yunis, 1993). Portanto, os termos "caucásico", "negro" e "indígena", não são compreendidos como "raças", mas sim como frequências gênicas ancestrais. A ideia de raças na espécie humana tem ainda uma vigência social, política, cultural, afetiva e econômica a favor do racismo nas sociedades ocidentais. Assim, como já teve na própria ciência que fundaram e dotaram de legitimidade científica o conceito de raça (Arteaga, 2007).

Hoje, pode-se falar de um amplo consenso nas diversas especialidades da biologia de que a "raça" na espécie humana não tem nenhum fundamento científico. Como destaca Caponi:

Las categorizaciones raciales deberían ser definitivamente abandonadas, considerándolas como una amenaza a ser sistemáticamente combatida. Sobre todo, cuando ya hemos reconocido que, en *Homo sapiens* no existen linajes subespecíficos que sirvan de base a las taxonomías raciales (Caponi, 2020, p.118).

Em muitos casos o alunado compreende fenótipo como características observáveis ao olho humano, tais como a cor de olhos, cor e textura do cabelo ou altura (Brao e Pereira, 2015). As características que socialmente se associam à raça, como a cor da pele ou a textura do cabelo, não devem ser compreendidas como características representantes do fenótipo, pois compõem uma pequeníssima parte de um amplo conjunto de características. Como destaca Caponi (2020) essas características podem ser compreendidas como condicionadoras de tipos fisionômicos, e seu reconhecimento na atualidade pode ter valor epistêmico importante na hora de garantir que grupos historicamente excluídos pelo racismo acessem políticas afirmativas e de reparação histórica como as cotas nas universidades ou nos cargos públicos. O fenótipo inclui características como, por exemplo, níveis de produção de hormônios, o número de irrigações terminais do sistema circulatório, entre outros, não sempre observáveis ao olho.

Porém, os assassinatos de homens negros em mãos de policiais em alguns países do mundo de maneira injusta, não são motivados pelos níveis de produção de hormônios ou pelo número de irrigações terminais do sistema circulatório dessas vítimas do racismo. Mas sim, pela reprodução de lógicas racistas na sociedade, que associam estereótipos e exclusões de acordo aos tipos fisionômicos que compreendem características como a cor da pele, textura do cabelo, entre outras.

A abordagem da mestiçagem também traz a necessidade de abordar elementos sociais, históricos e políticos que marcam dinâmicas sociais atuais. Por exemplo, os resultados da estrutura genética da população colombiana são muito diferentes, se esses estudos caracterizam frequências gênicas ancestrais de alelos no DNA nuclear, ou no DNA mitocondrial. No caso colombiano, os primeiros têm como resultado uma predominância "caucásica" na população (Hoz, Sandoval e Yunis, 1993), enquanto os segundos apontam para uma predominância "indígena" (Yunis, 2009). Esses resultados permitem reconhecer o impacto da violência do projeto de colonização da América Latina, com a invasão de homens da Europa (e poucas mulheres) que estenderam sua conquista não só às terras, apropriação indevida dos recursos e a força de trabalho dos povos indígenas e os povos sequestrados do continente africano, mas também, ao corpo das mulheres indígenas por meio da violência e o estupro (Lugones, 2008).

Embora muito recentes, hoje também se conhecem trabalhos que caracterizam a estrutura genética das populações do hoje conhecido como continente americano antes da chegada dos colonizadores. Nakatsuka e uma equipe de mais 49 pesquisadores de oito países diferentes (Nakatsuka et al., 2020) sequenciaram o material genético de 89 esqueletos de pessoas que viveram na região central dos Andes, num período entre 500 a 9000 anos atrás. Os resultados mostraram que populações que viviam nas montanhas, eram consideravelmente diferentes geneticamente do que

populações que viviam na costa do Pacífico. Desde uma perspectiva decolonial, reconhecer que a história da América Latina não começa com a invasão europeia também é importante.

Também podem ser abordados processos mais recentes, como a instalação das teorias da eugenia nos países latino-americanos nos séculos XIX e XX. Processo que promoveu a instauração de políticas migratórias a favor do branqueamento das nações latino-americanas. Como destacam Teixeira e Silva:

Utilizar uma perspectiva histórica, tendo a eugenia como exemplo, poderia além de auxiliar a abordagem de conteúdos de genética, possibilitar aos alunos uma visão crítica em relação ao fazer científico (...) descobertas do século XX e XXI geraram discussões éticas e morais em relação a sua aplicação, principalmente por poderem servir de instrumento para práticas racistas e a possibilidade de sua utilização para a discriminação e práticas eugênicas (Teixeira e Silva, 2017, p. 80).

Para finalizar, destacamos que em um nível estritamente histórico, social e crítico, a mestiçagem constituiu e constitui um processo de branqueamento da população e de tentativa de silenciamento da negritude e da identidade indígena nestes territórios. Processos que derivam hoje no fortalecimento do sistema capitalista na América Latina, e na branquitude como desejo da população (Vásquez e Hernández, 2020).

Metodologia

Contexto

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola particular da região sul da cidade de Bogotá D.C. (Colômbia), de renda baixa/média, com duas turmas da oitava série do ensino fundamental II, uma com 32 alunos, e outra com 31. Idades entre os 13 e 15 anos. De um total de 63 alunos participantes, 61 se autodeclararam como mestiços e/ou brancos, enquanto só dois se autodeclararam como afrocolombianos. O professor de biologia das turmas, que também é autor deste trabalho, se autodeclara mestiço. Na Colômbia, institucionalmente, pessoas que não pertencem aos grupos considerados étnicos (afrocolombianos, palenqueros, raizales, gitanos, indígenas) são considerados como população mestiça. Embora a autodeclaração branca não seja reconhecida institucionalmente, ela opera no cotidiano como desejo da população (Vásquez e Hernández, 2020).

Os responsáveis legais do alunado assinaram termo esclarecido de livre consentimento para o desenvolvimento da pesquisa, permitindo o uso dos trabalhos dos alunos para as análises, garantindo um uso ético dos dados e a preservação dos dados de identidade, de acordo com a Lei 1090 de 2006 da Colômbia, que estabelece o código bioético para o exercício da psicologia e outras disciplinas científicas sociais.

Proposta didática

Para sua formulação foram considerados dois aspectos. O primeiro tratou dos Princípios de Planejamento Decoloniais (PPD) já mencionados no item "Decolonialidade e Ensino de Ciências". O segundo tratou-se de uma primeira atividade realizada com as e os alunos, chamada de sentidos

prévios, na qual deveriam responder desde seus saberes prévios a perguntas formuladas pelo professor sobre duas reportagens que abordavam a estrutura genética da população colombiana.

A proposta didática (Anexo 1) foi implementada durante doze sessões com cada turma, cada uma com uma duração de duas horas, durante as aulas de biologia entre agosto e setembro de 2020, durante a pandemia mundial da COVID-19. Os encontros foram virtuais, síncronos, e foram realizados por meio da plataforma disponibilizada pela escola, acontecendo duas sessões por semana com cada turma.

Ao final de cada aula, as e os alunos registravam de maneira individual em um blog pessoal, ao qual o professor tinha acesso, suas respostas a duas perguntas: O que aprendi hoje? O que sinto que não compreendi muito bem e o que preciso para compreender melhor?

Construção e análise de dados

Na pesquisa, de tipo descritivo (Esteban, 2018), adotamos o modelo misto para a construção e análise de dados, no qual, Marin, Periquetti e Carvalho (2018) destacam que a integração de análises quantitativas e qualitativas permite ter uma visão mais ampla da aprendizagem do alunado. Como fonte utilizamos os vídeos elaborados pelo alunado, ao final da proposta no qual deviam responder detalhadamente a três perguntas, integrando os conhecimentos construídos durante a experiência: A) Como posso explicar a herança de alguma característica fenotípica na minha família utilizando as ferramentas do quadro de Punnett e a árvore genealógica? B) Como se deu a mestiçagem na América Latina e como esse processo se relaciona com a estrutura genética da população colombiana atualmente? C) O que aprendi sobre mim e o que eu sou durante o desenvolvimento da proposta? No vídeo foram analisados tanto as falas do aluno, como o material visual realizado e apresentado por ele no vídeo.

Nosso objetivo foi caracterizar as possíveis potencialidades e contradições da incursão da decolonialidade no ensino de biologia, por meio do reconhecimento das aprendizagens desenvolvidas pelo alunado na experiência. Por isso, estabelecemos sete critérios para caracterizar essas aprendizagens em cada aluno, os quais derivaram dos PPD que fundamentaram a proposta. Os critérios foram:

Critérios de ordem conceitual:

A) Domínio de linguagem científica e do uso de conceitos como fenótipo, genótipo, haplóide, diplóide, gene, alelo;

B) Uso não mecânico da ferramenta de quadro de Punnett, relacionando conceitos de meiose e carga genética;

C) Uso não mecânico da construção da árvore genealógica própria, fazendo inferência de possíveis combinações de alelos de acordo com às características fenotípicas observadas.

Critérios de ordem política:

A) Compreensão da mestiçagem como fenômeno em longo prazo, marcado por relações de poder e o desejo de branqueamento na América Latina;

B) Expressar atitude de denúncia e combate ao legado violento do projeto colonial ainda vigente na América Latina;

C) Reflexão sobre elementos da própria identidade ou compreensões sobre si mesmo, e a maneira em que concebe seu passado, presente e/ou futuro.

O critério 7 consistiu na construção de relações evidentes e/ou explícitas entre elementos conceituais e políticos no desenvolvimento de explicações.

Analisamos qualitativamente o desenvolvimento de cada um dos sete critérios nas colocações e imagens produzidas por cada aluno e plasmadas em seu vídeo. Classificamos o desenvolvimento de cada critério em três categorias possíveis, sendo:

- 1) Critério não atingido ou não abordado nos trabalhos;
- 2) Critério atingido parcialmente ou apresentando erros conceituais;
- 3) Critério atingido satisfatoriamente e manifestado explicitamente nos trabalhos do aluno.

Depois da observação dos vídeos, quando encontramos casos em que um aluno não atingia ou não abordava algum critério, procedemos a analisar também os registros no blog pessoal do aluno. Quando o critério era atingido parcial (2) ou satisfatoriamente (3), não analisamos outras produções para além do vídeo.

Os dados são apresentados em frequências relativas e absolutas. Para comparar a pontuação entre as questões e critérios, utilizamos o teste do Qui-Quadrado. O nível de significância foi estabelecido em $p\text{-valor} < 0,05$. Destacamos alguns trechos dos trabalhos, seja nas falas ou no material visual produzido pelo alunado para o vídeo, selecionados e analisados a partir da análise de conteúdo, dando conta de outras possibilidades e das contradições da incursão da decolonialidade no ensino de biologia, de acordo aos PPD que fundamentaram a proposta didática. As falas e imagens dos trabalhos dos alunos foram identificadas com códigos aleatórios.

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta a classificação das aprendizagens do alunado nas questões relacionadas aos critérios conceituais e políticos. Ao analisarmos os três critérios conceituais, notamos que eles apresentam diferenças significativas entre si, sendo a classificação 2 mais frequente nos critérios A e C, e a classificação 1 mais frequente no B ($\chi^2=14,11$; $p\text{-valor}=0,006$). Diferenças significativas também foram encontradas nas questões referentes aos critérios políticos, com a pontuação 3 mais frequente nos critérios A e B e a classificação 1 mais frequente no critério C ($\chi^2=27,88$; $p\text{-valor} < 0,001$).

Na figura 1 também são apresentados os resultados.

Critérios		1	2	3	Qui-Quadrado
Conceituais	A	23 (37%)	31 (49%)	9 (14%)	$\chi^2 = 14,11$
	B	27 (43%)	21 (33%)	15 (24%)	
	C	12 (19%)	41 (65%)	10 (16%)	
	Total	62 (33%)	93 (49%)	34 (18%)	
Políticos	A	5 (8%)	15 (24%)	43 (68%)	$\chi^2 = 27,88$
	B	21 (33%)	13 (21%)	29 (46%)	
	C	32 (51%)	9 (14%)	22 (35%)	
	Total	58 (31%)	37 (20%)	94 (50%)	
Relação		24 (38%)	27 (43%)	12 (19%)	

Tabela 1. Frequência da classificação das colocações do alunado nos critérios conceituais e políticos. Dados apresentados em frequência absoluta (relativa).

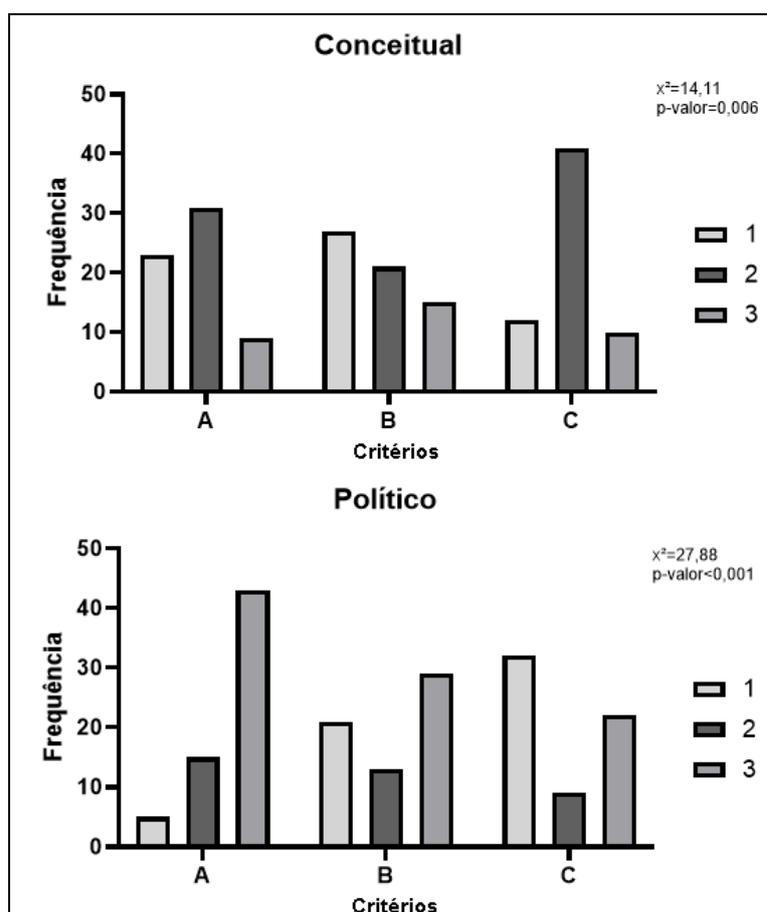


Figura 1. Frequência da classificação das colocações do alunado nos critérios conceituais e políticos.

Nos critérios de ordem política foi maior o número de alunos que atingiu classificações parciais (2) ou satisfatórias (3). Especialmente quando se trata de se posicionar perante processos externos como a mestiçagem ou o legado colonial. Já no quesito de trazer esses posicionamentos para refletir sobre a própria história de vida, encontramos que a metade dos alunos não realizou essa reflexão ou nem abordou essa possibilidade nos trabalhos. Mostrando que localizar essas reflexões políticas nas experiências do próprio corpo e da trajetória de vida (Meneses, 2019) é um grande desafio na perspectiva decolonial.

Ao compararmos a pontuação total dos critérios conceituais e políticos também encontramos diferenças significativas ($\chi^2=52,38$; $p\text{-valor}<0,001$).

A Tabela 1 e a Figura 1 mostram que a classificação de 2 (Critério atingido parcialmente ou apresentando alguns erros) é mais frequente no critério conceitual, já a classificação 3 (Critério atingido satisfatoriamente e manifestado explicitamente nos trabalhos do aluno) é mais frequente no critério político.

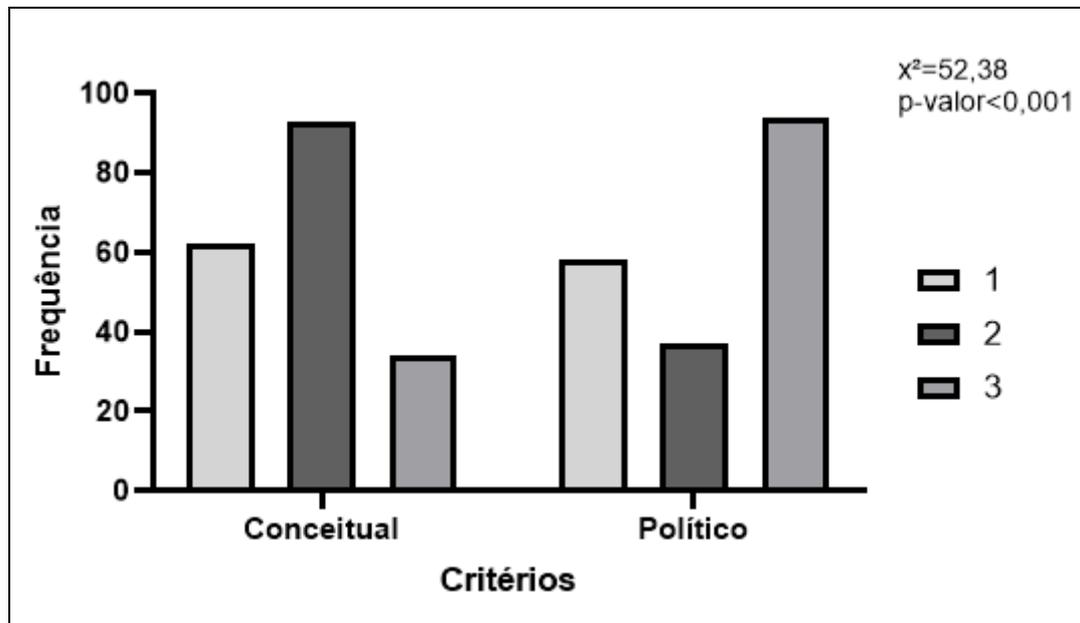


Figura 2. Frequência das classificações totais nos critérios conceituais e políticos.

Diversos trabalhos (Brao e Pereira, 2015; Neto e Giraldi, 2019; Santos et al., 2020) reportam também dificuldades para que o alunado desenvolva adequadamente aprendizagens conceituais em genética, Destacam, por exemplo, que o alunado consegue utilizar ferramentas como o quadro de Punnett, mas de maneira mecânica, sem compreender os conceitos associados ao processo, aspecto que também se evidenciou neste trabalho.

Para além das dificuldades próprias do ensino de conceitos de genética, não podemos desconsiderar as próprias condições de desenvolvimento da experiência, que influenciaram nos altos números de alunos que foram classificados na categoria 1 para os critérios de ordem conceitual. A experiência foi desenvolvida no meio da pandemia mundial de COVID-19, repercutindo em problemas de conectividade por parte de alguns alunos (López e Gómez, 2020), ou de falta de acompanhamento de suas famílias, aspecto que era importante para desenvolver atividades como a coleta de informação para construir a árvore genealógica. Embora algumas das sessões tenham sido disponibilizadas para retroalimentações individuais, o professor das turmas destaca que a qualidade do acompanhamento não é a mesma que quando os encontros acontecem presencialmente.

Destacamos que o alunado que atingiu classificações satisfatórias nos critérios conceituais, também atingiu classificações satisfatórias nos critérios políticos, assim como no critério sete que trata da relação entre os dois. Consideramos, portanto, que a aprendizagem conceitual contribui na

formação política. Nanda (2009) destaca que as abordagens multiculturalistas, pós-coloniais e em alguns casos, as decoloniais investem esforços teóricos em deslegitimar o saber científico e em contrapartida defender ideias de ciências étnicas como inerentemente mais importantes para a transformação social. O que tem desencadeado num descrédito da ciência, às vezes de maneira dogmática. Nosso trabalho aponta que a aprendizagem adequada dos conceitos científicos (neste caso, de genética da herança) pode ser aliada no desenvolvimento de posicionamentos políticos contra o legado colonial. Nossa hipótese é que a decolonialidade na educação científica é um ato de busca e construção de coerência entre proposta política, pedagógica e didática, na qual a discussão sobre os saberes a serem abordados é importante, mas não se restringe a esse elemento de disputa epistemológica. A decolonialidade não se limita ao reconhecimento da diversidade de saberes e sua valorização, mas principalmente, a um projeto político, de longo prazo por superar o legado colonial, que não se restringe a elementos epistemológicos.

Nosso trabalho evidencia que uma educação científica decolonial não implica um descrédito dos conceitos científicos, embora seja necessário sim problematizar as cargas ideológicas que historicamente fundamentaram e/ou fundamentam esses conceitos. Colocar conceitos científicos em contexto crítico de acordo com as leituras realizadas sobre a história do racismo e do branqueamento foi importante, como estratégia de articulação política, pedagógica e didática da proposta.

A seguir apresentamos alguns trechos das falas e trabalhos elaborados pelos alunos, apontando outras possibilidades e contradições da proposta decolonial na educação científica.

Possibilidades e contradições nos critérios de ordem conceitual

Observamos que o alunado consegue utilizar a linguagem científica e o significado de alguns conceitos, mas nem sempre relacionar conceitos que exigem habilidades para relacionar níveis de organização da biologia (Brao e Pereira, 2015) ou temas apresentados como separados na escola. Na figura 3, se observa que a aluna 001 consegue utilizar adequadamente a ferramenta do quadro de Punnett, junto a conceitos como homocigoto dominante, homocigoto recessivo, probabilidade. Estratégia que utilizou para explicar por que na sua árvore genealógica seu primo nasceu de olhos claros enquanto seus progenitores tinham olhos escuros.

Brao e Pereira (2015) destacam que é comum, tanto em livros didáticos, como nas aprendizagens dos alunos, que se apresente confusão entre os conceitos de gene e alelo. No caso da aluna 001 também se evidencia essa confusão, embora isso não obstaculize a compreensão e resposta da pergunta que a motivou a usar o quadro de Punnett. De maneira mais geral, foi mais difícil encontrar explicações do quadro de Punnett que trouxessem elementos como o processo de meiose na geração dos gametas e na distribuição aleatória dos genes nos gametas. Foi o caso do aluno 002 que no vídeo mencionou (tradução ao português nossa):

Aluno 002: "Se a presença de sardas precisa de um padrão de herança recessivo, então se eu tenho sardas, e meus pais não, deve ser porque quando minha mãe fez meiose para produzir os óvulos, correspondeu a

mim um óvulo que tinha o gene recessivo, e assim aconteceu também com o espermatozoide do meu pai. Aí quando os dois se juntaram, esses dois genes recessivos se juntaram e por isso eu tenho sardas”.

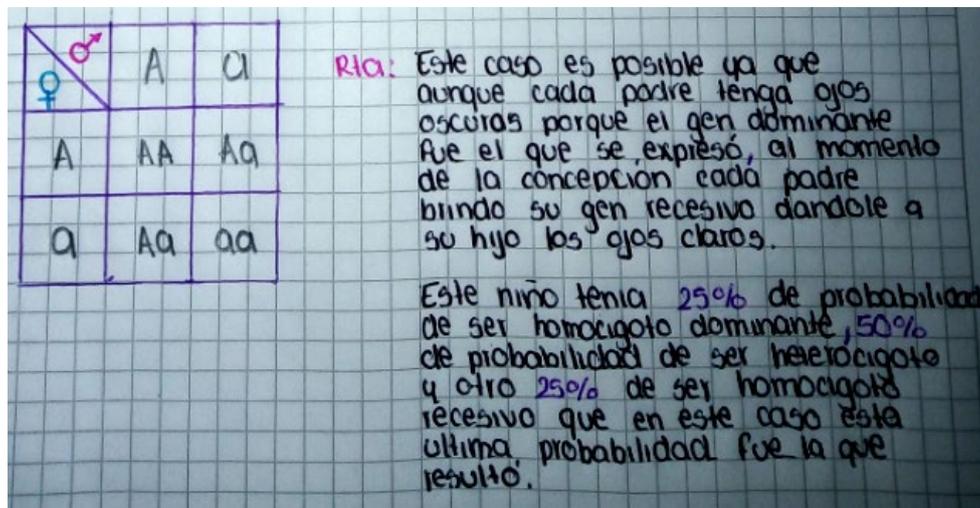


Figura 3. Uso da ferramenta de quadro de Punnett por parte da aluna 001, analisando as possibilidades que teriam gerado que seus tios, de olhos escuros, tenham uma filha de olhos claros.

Uma potência importante da experiência foi conseguir que o alunado entendesse o quadro de Punnett como um exercício de probabilidade. Neto e Giraldo (2019) reportam que ao utilizar o quadro de Punnett trazido na Figura 3, é comum o alunado interpretar o resultado, como se os progenitores tivessem quatro filhos, as combinações alélicas seriam distribuídas assim entre eles. Quando na verdade, essas são as probabilidades de combinação para os filhos que poderão nascer. Nesse sentido, a junção do exercício de quadro de Punnett e da árvore genealógica contribui para que os dois não sejam utilizados de maneira tão mecânica, e sim, na lógica de responder a inquietudes, ou para inferir combinações alélicas de progenitores a partir de informações fenotípicas caracterizadas na família. Na figura 4 apresenta-se a árvore genealógica construída pela aluna 003 e explicada no seu vídeo.

No resultado da figura 4 evidencia-se que a aluna 003 infere a possível combinação alélica para a cor de olhos em membros da sua família, mas com prudência, pois tem casos onde a informação fenotípica pode não ser suficiente. Portanto, as combinações alélicas desses familiares aparecem como "A_" fazendo referência de que não é possível determinar se o outro alelo é recessivo ou dominante. Na explicação do vídeo, a aluna menciona (tradução ao português nossa):

Aluna 003: "Quem estiver vendo minha árvore não pode esquecer que na vida real a cor de olhos pode se dever a outros fatores ambientais, e que vários genes influenciam essa característica. Por isso, o que estou apresentando aqui não é definitivo, mas serve para ter uma noção".

Encontramos que o alunado consegue estabelecer respostas mais prudentes de acordo à informação disponível, aspecto importante para a

aprendizagem das ciências. O alunado não sempre relaciona conceitos aparentemente distantes, mas consegue utilizar ferramentas para dar respostas às inquietações que eles mesmos geram.

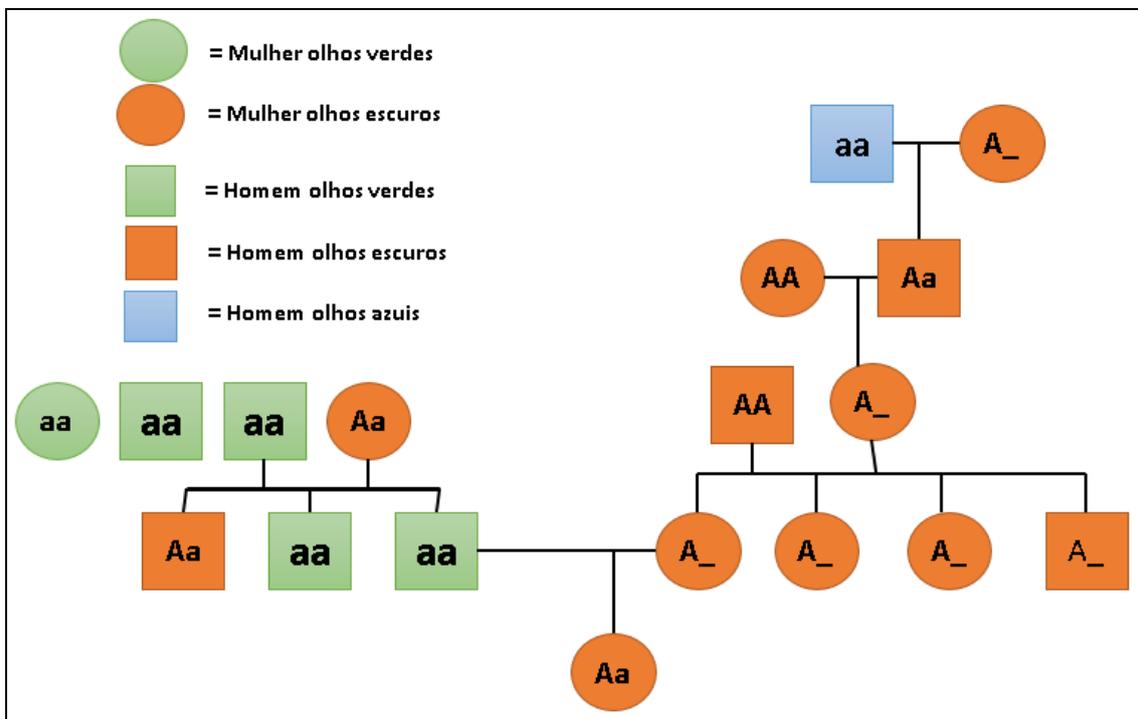


Figura 4. Árvore genealógica construída pela aluna 003, com a inferência de combinações alélicas no genótipo a partir do reconhecimento da característica fenotípica, cor de olhos. Conteúdo traduzido pelos autores.

Possibilidades e contradições nos critérios de ordem política

A compreensão da mestiçagem como um processo de longo prazo, profundamente articulado com relações de poder e do ideal de branqueamento como legado colonial (Lugones, 2008) foi um elemento que apareceu em diversas colocações do alunado. No vídeo, utilizaram diversas ferramentas para narrar esses processos, como linhas do tempo, ou resumos dos artigos lidos em classe. Na figura 5 apresenta-se o fragmento da linha do tempo realizada pelo aluno 004.

Na figura 5 se observa o uso da imagem como maneira de representar simbolicamente o legado de violência racista e de gênero no processo de invasão europeia, em imagens como a mitocôndria, fazendo referência a estrutura genética atual da população com predominância de frequência ancestral "indígena" no DNA mitocondrial (Yunis, 2009), ou a pirâmide social tendo na base as pessoas indígenas e afro. Ou seja, a compreensão da mestiçagem não só como um processo biológico, mas também político, fundamentado na ideia falsa de raças puras. Alguns trechos do texto escrito pelo aluno 004 na figura 4 destacam esse aspecto (Tradução ao português nossa):

Aluno 004: "Quando os espanhóis chegam a colonizar consideravam às mulheres indígenas e afros como ouro (...) chegam e estupram mulheres por isso mesmo as mitocôndrias que herdam informação (somente as mulheres) têm mais origem indígena já que não haviam

mulheres brancas (...) Não existem raças puras na sociedade (...) Os homens brancos tinham esses filhos, para aumentar a mão de obra”.



Figura 5. Fragmento da linha de tempo para narrar o processo de mestiçagem na América Latina e sua relação com a estrutura genética atual da população colombiana por parte do aluno 004.

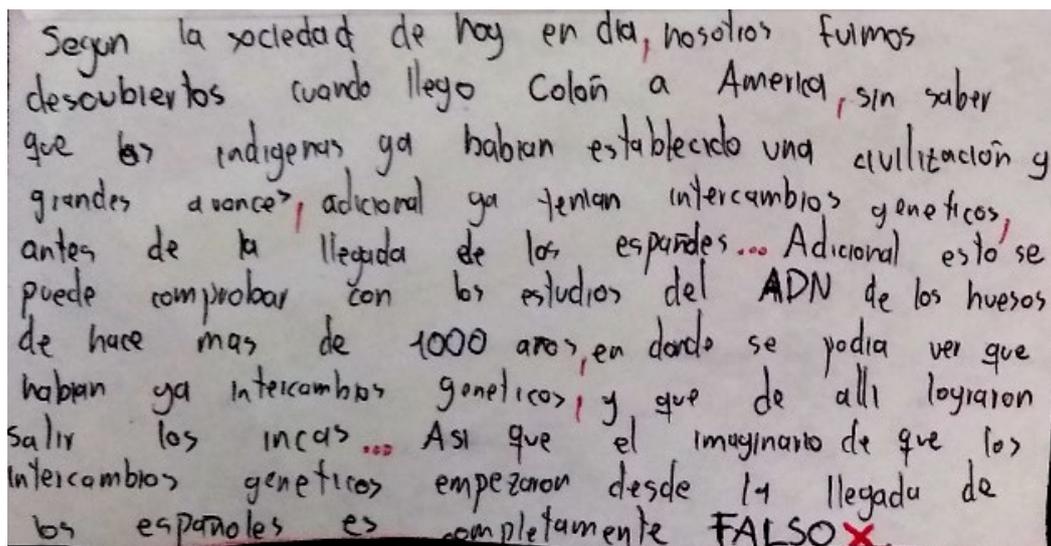
Em relação aos vídeos, embora a maioria do alunado não tenha investido tempo em explicar porque não existem as raças puras na espécie humana (Caponi, 2020), conseguiram articular essa discussão nos seus posicionamentos políticos. Reflexões que também dão conta de uma compreensão crítica do processo de racialização do trabalho com a instalação dos modos de produção capitalistas na América Latina com a chegada da colonização. Explorar a força de trabalho das pessoas racializadas, colocando-as no lugar de não produção intelectual, associadas a trabalhos mais braçais foi um projeto iniciado nesse período (Fanon, 1961), e ainda vigente de maneira atualizada (Pinheiro, 2019). Nosso

trabalho dialoga com os resultados de outras propostas didáticas de ensino de ciências em chave decolonial como a de Reis e Pinheiro (2017) na qual por meio da abordagem da invisibilidade do átomo, também se abordou a invisibilidade do racismo e do genocídio de jovens negros no Brasil.

Reconhecer o processo violento da colonização, da racialização dos sujeitos, a exploração de sua mão de obra e de seus corpos, não deriva necessariamente em que o alunado se posicione de maneira combativa contra esses legados, e suas atualizações ainda hoje. Ou seja, para numa educação antirracista, não é possível ensinar apenas o que é o racismo e suas diferentes formas de opressão. É necessário que os sujeitos brancos se percebam racializados e adquiram o que um letramento racial crítico (Schucman, 2014), no qual se possa aprender que é preciso reagir diante das injustiças que presenciamos continuamente.

Assim, consideramos que esse princípio decolonial, de desenvolver posicionamentos políticos combativos (Menezes et al., 2019) é um processo de longo prazo que não depende exclusivamente da escola. Enquanto pessoas brancas continuam a recolher benefícios simbólicos e materiais (Vásquez e Hernández, 2020) de séculos de racismo, dificilmente vão se colocar à disposição de combater um legado que as beneficia. O próprio fato de que a escola privada seja frequentada em sua maioria por pessoas brancas e/ou mestiças, já fala de um privilégio econômico sobre outros grupos. Mas em alguns casos, pelo menos no nível narrativo, alunas e alunos construíram esses posicionamentos.

No fragmento de texto da linha de tempo apresentada pela aluna 005 no seu vídeo (Figura 6), a aluna destaca que já existiam intercâmbios genéticos importantes entre populações existentes na hoje conhecida como América Latina antes da colonização, mencionando povos como os Incas. A potência do seu posicionamento político encontra-se na afirmação de que "O imaginário de que os intercâmbios genéticos começaram com a chegada dos espanhóis é falso".



Segun la sociedad de hoy en dia, nosotros fuimos descubiertos cuando llego Colón a America, sin saber que los indigenas ya habian establecido una civilización y grandes avances, adicional ya tenían intercambios geneticos, antes de la llegada de los españoles... Adicional esto se puede comprobar con los estudios del ADN de los huesos de hace mas de 1000 años, en donde se podia ver que habian ya intercambios geneticos, y que de allí lograron salir los incas... Asi que el imaginario de que los intercambios geneticos empezaron desde la llegada de los españoles es completamente FALSO X.

Figura 6. Fragmento da linha de tempo para narrar o processo de apagamento da história da hoje chamada América Latina antes do processo de invasão europeia (colonização), por parte da aluna 005.

Na explicação do vídeo, a aluna 005 também menciona (Tradução ao português nossa):

Aluna 005: "Eu não conheço absolutamente nada da história dos indígenas ou dos africanos antes que chegaram os colonizadores, e acho que conheço bem pouco deles agora também. Mas aqui na escola, em aulas de história já me ensinaram tudo sobre Reino Unido, e cada detalhe da história da Europa. Acho que os professores deveriam mudar isso..."

Embora a aluna 005 coloque o problema nas e nos professores, a questão é mais sistemática e estrutural. Castillo e Caicedo (2015) destacam que os currículos escolares na Colômbia reforçam o racismo epistêmico quando outras histórias, além das eurocêntricas, não são reconhecidas. Mas a colocação da aluna 005 reafirma um desejo de transformação em um ambiente que é próximo dela, a escola. Consideramos que desde uma perspectiva decolonial, o fato de incluir essas histórias e saberes outros pode ser limitado se não se questiona o posicionamento político, pedagógico e didático que fundamenta essa inclusão. Se o tema é abordado em uma perspectiva de tolerância e assimilação, estereótipos e binarismos podem acabar sendo reforçados. Por exemplo, não se trata de afirmar que antes da colonização na América Latina não existiam violências ou diferenças sociais. Mas sim, de reconhecer que existiam relações sociais mais amigáveis com a natureza e que essas desigualdades não estavam inter-relacionadas em projetos totalitários, como aqueles introduzidos pelo modo de produção capitalista e a racialização da divisão do trabalho.

Em outros casos, a denúncia combativa aparece diretamente ligada com questões mais pessoais, da identidade e da própria experiência de vida. Esses posicionamentos políticos ganham destaque, enquanto são atravessados pelo corpo (Meneses, 2019), assuntos muito próprios que levantam emoções, dores e feridas. No final, o legado da violência colonial não se refere só a estruturas sociais, mas também a marcas pessoais em nosso ser, que uma vez descobertas, geram diversas emoções. No vídeo, a aluna 006 mencionou (Tradução ao português nossa):

Aluna 006: "Saber que em nossas mitocôndrias carregamos a herança de mulheres indígenas, mas que hoje em dia elas continuam a ser discriminadas e estupradas, me parece muito ruim. Isso me faz sentir a importância do feminismo. Pois não pode ser que ainda muitos pensem que as mulheres, somos objetos para seu deleite. Sei que eu como mulher de pele mais clara não posso compreender o que passam outras mulheres de peles mais escuras, mas eu posso dizer que devemos estar juntas para que essas coisas não aconteçam".

Colocações que falam de uma reflexão sobre a própria percepção racial e de gênero, e a partir daí, da luta contra legados que ainda afetam grupos sociais. A colocação da aluna 006 também reflete diálogos entre aprendizagens conceituais (a diferenciação da herança do DNA mitocondrial) e aprendizagens políticas, como a importância da luta feminista e antirracista de maneira interseccional (Lugones, 2008). Nesse sentido, o próprio corpo e experiência de vida se apresentam no processo de ensino e aprendizagem em chave decolonial, como pontos de articulação entre essas aprendizagens. Como também se evidenciou nas explicações do

aluno 007, quem na figura 7 utilizou a representação simbólica para se referir ao processo de branqueamento da eugenia.



Figura 7. Fragmento da linha de tempo para narrar o processo de branqueamento a causa do projeto eugênico na Colômbia, por parte do aluno 007.

Na figura 7, o homem com o livro representa o poder científico e político, que no início do século XX, legitimou a formulação de políticas de migração que favoreciam a suposta “melhora da raça” com a chegada de pessoas brancas da Europa na Colômbia, lhes concedendo terras e dinheiro (Moog, 2014), enquanto pessoas negras e indígenas não receberam nenhum tipo de indenização depois da abolição da escravidão no país. Na explicação do vídeo, o aluno 007 acrescentou (Tradução ao português nossa):

Aluno 007: “Eu acho que minha família nesse tempo teria gostado da eugenia. Na minha árvore genealógica eu vejo que todas as pessoas se casaram com pessoas brancas, e todos os filhos iam nascendo brancos. Mas algo passou comigo porque nasci mais escuro e, toda minha família diz que eu sou “el negrito”. Eu vejo que minhas tias e minhas primas sempre dizem que meus primos são bonitos, mas eu não escuto isso”.

A fala do aluno 007 mostra efeitos do racismo em várias instâncias, como o racismo individual, como se observa na própria família, além do racismo institucional, comumente encontrado no mau funcionamento das instituições, na escola, por exemplo, e o racismo estrutural, o qual funciona como uma prática de produção de desigualdade (Almeida, 2019). Nesse sentido, a incursão da decolonialidade no ensino de ciências e biologia pode ocasionar reflexões profundas sobre o ser, e aquilo que se tem vivido (Meneses, 2019), em uma leitura histórica, na qual se reconhece a influência de estruturas de poder, nas quais a ciência participou (por exemplo, a eugenia) e que condicionam até as relações familiares e da própria autoestima. Instauro o ensino de biologia na necessidade de humanização do sujeito, e sem dúvida, a necessidade de uma melhor formação do professorado e do professorado para lidar com essas situações.

Conclusões

As abordagens decoloniais no ensino de biologia, particularmente da genética, trazem a potência de promover a abordagem histórica de processos nos quais a ciência e estruturas de opressão vão sendo

construídas. Nossa proposta didática fundamentada no marco teórico político da decolonialidade permitiu que o alunado se aproximasse da compreensão de que práticas econômicas, sociais e culturais que se apresentam como naturais e imutáveis, na verdade têm uma origem histórica e podemos pensar na sua superação. Também permite que o alunado articule a compreensão de conceitos científicos de uma maneira crítica com aspectos mais estruturais da sociedade, mas também com aspectos mais pessoais que trazem questionamentos sobre a própria identidade, as vivências pessoais e familiares, e a importância de superar os legados coloniais em todos seus níveis. Nosso trabalho aponta que a decolonialidade propõe desafios didáticos à educação científica, tais como a não homogeneidade nas aprendizagens de ordem política, a articulação ciência e proposta política combativa, os quais são importantes de problematizar desde a pesquisa.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Processo 311191/2018-5 pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

- Almeida, S. (2019). *Racismo Estrutural*. São Paulo: Pólen.
- Arteaga, J. (2007). La biología humana como ideología: el racismo biológico y las estructuras simbólicas de dominación racial a fines del siglo XIX. *Theoria*, 61(1), 107-124.
- Brao, A., e Pereira, A. (2015). Biotecnética: Possibilidades do jogo no ensino de genética. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 55-76.
- Caponi, G. (2020). ¿Qué es, si es que es algo, una raza humana? *Principios: Revista de Filosofía*, 27(54), 87-132. DOI: <https://doi.org/10.21680/1983-2109.2020v27n54ID20851>
- Castillo, E., y Caicedo, J. (2015). Las batallas contra el racismo epistémico de la escuela colombiana: un acontecimiento de pedagogías insumisas. En: P. Medina (Ed.) *Pedagogías insumisas: Movimientos político-pedagógicos y memorias colectivas de educaciones otras en América Latina* (pp. 93-117). México: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Dutra, D., Castro, D., e Monteiro, B. (2019). Educação em ciências e decolonialidade: em busca de caminhos outros. Em: B. Monteiro, D. Dutra, S. Cassiani, C. Sanchez, e R. Oliveira. (Orgs). *Decolonialidades na educação em ciências* (pp. 1-17). São Paulo: Livraria da Física.
- Esteban, N. (2018). Tipos de investigación. Repositorio Institucional Universidad Santo Domingo de Guzmán. Recuperado de: <http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>
- Fabrizio, M., Jófili, Z., Semen, L., e Leão, A. (2006) A Compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura.

Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, 8(1), 1-21. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172006080106>

Fanon, F. (1961). *Los condenados de la tierra*. Traducción de Julieta Campos. México: Fondo de Cultura Económico.

Hoz, A., Sandoval, C., y Yunis, E. (1993). Estructura genética de la población colombiana. *Revista de la Facultad de Medicina Universidad Nacional de Colombia*, 41(1), 3-14.

Lander, E. (2005). *A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais – perspectivas latino-americanas*. Buenos Aires: CLACSO.

Lerma, B. (2016). Violencias contra las mujeres negras: Neo conquista y neo colonización de territorios y cuerpos en la región del Pacífico colombiano. *La manzana de la discordia*, 11(1), 7-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.25100/lamanzanadeladiscordia.v11i1.1630>

López, G., y Gómez, C. (2020). Estado de excepción y restricción al derecho a la educación en Colombia por la COVID-19. *Opinión Jurídica*, 19(40), 163-186. DOI: <https://doi.org/10.22395/ojum.v19n40a8>

Lugones, M. (2008). Colonialidad y género. *Tabula Rasa*, 9(1), 73-101. DOI: <https://doi.org/10.25058/20112742.340>

Marin, Y., Peruquetti, P., y Karaccas, Y. (2018). Caracterización cuantitativa y cualitativa de evidencias de aprendizaje por parte de público escolar en la Exposición Itinerante «Animales de la Amazonía: Conocer para preservar». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(03), 3106. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3106

Meneses, M. (2019). Os desafios do sul: Traduções interculturais e interpolíticas entre saberes multi-locais para amplificar a descolonização da educação. Em: B. Monteiro, D. Dutra, S. Cassiani, C. Sanchez, e R. Oliveira. (Orgs). *Decolonialidades na educação em ciências* (pp. 63-78). São Paulo: Livraria da Física.

Menezes, A., Salgado, S., Rangel, J., Pelacani, B., Stortti, M., e Sanchez, C. (2019). Educação ambiental desde el sur: da ruptura com a perspectiva colonial em busca de outras relações sociedade-natureza. Em: B. Monteiro, D. Dutra, S. Cassiani, C. Sanchez, e R. Oliveira. (Orgs). *Decolonialidades na educação em ciências* (pp. 19-43). São Paulo: Livraria da Física.

Monteiro, B., Dutra, D., Cassiani, S., Sanchez, C., e Oliveira, R. (Orgs). (2019). *Decolonialidades na educação em ciências*. São Paulo: Livraria da Física.

Moog, J. (2014). Eugenesia y discriminación en Colombia: el papel de la medicina y la psiquiatría en la política inmigratoria a principios del siglo XX. *Revista colombiana de psiquiatría*, 43(1), 58-63. DOI: [10.1016/S0034-7450\(14\)70044-7](https://doi.org/10.1016/S0034-7450(14)70044-7)

Nakatsuka, N., et al. (2020). A Paleogenomic Reconstruction of the Deep Population History of the Andes. *Cell*, 181, 1131-1145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.04.015>

Nanda, M. (1999). Contra a destruição/desconstrução da ciência: histórias cautelares do terceiro mundo. En: E. Wood, e J. Foster (Orgs.). *Em defesa da história: Marxismo e pós-modernismo* (pp. 84-105). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.

Nascimento, H., e Gouvêa, G. (2020). Diversidade, Multiculturalismo e Educação em Ciências: Olhares a partir do Enpec. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 20(u), 469-496. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u469496>

Neto, A., e Giraldi, P. (2019). Discurso, ciência e contemporaneidade: que lugar ocupa o ensino de genética a partir da leitura de textos didáticos? Em: S. Cassiani, e I. Linsingen (Orgs.), *Resistir, (re)existir e (re)inventar a educação científica e tecnológica* (pp. 137-157), Florianópolis: UFSC/CED/NUP.

Pinheiro, B. (2019). Educação em Ciências na Escola Democrática e as Relações Étnico-Raciais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 19(1), 329-344. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u329344>

Pires, A., Silva, R., e Souto, V. (2018). Dos mitos Iorùbá à descolonização didática: Dos direitos, identidades, proposta didática para o ensino. Em: B. Pinheiro, e K. Rosa (Orgs), *Descolonizando Saberes* (pp. 41-56). São Paulo: Livraria da Física.

Plomp, T. (2009). Educational design research: An introduction. En: T. Plomp, and N. Nieveen (Eds.). *An introduction to educational design research* (pp. 9-35) Enschede: SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development.

Quijano, A. (2005). Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina. En: E. Landier (Org.). *A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais – perspectivas latino-americanas* (pp. 227-278). Buenos Aires: CLACSO.

Reis, E., e Pinheiro, B. (2017). Educação química e direitos humanos: o átomo e o genocídio do povo negro, ambos invisíveis? *Revista da ABPN*, 9(22), 191-205.

Ribeiro, F., e Pereira, L. (2018). O legado de Percy Julian na química: Uma proposta para o ensino de química orgânica. Em: B. Pinheiro, e K. Rosa (Orgs.) *Descolonizando saberes: A Lei 10.639/2003 no ensino de ciências* (pp. 137-151). São Paulo: Livraria da Física.

Santos, F., Ferraz, D., Klein, A., Francisco, A., e Miquelin, A. (2020). Sequência didática fundamentada na neurociência para o ensino de genética. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 359-383.

Schucman, L. (2018) *Entre o encardido, o branco e o branquíssimo: Branquitude, hierarquia e poder na cidade de São Paulo*. São Paulo: Ed. Fapesp.

Teixeira, I., e Silva, E. (2017). Eugenia e Ensino De Genética: Do Que Se Trata? *Revista Ciências & Ideias*, 8(1), 63-85. DOI: [10.22407/2176-1477.2017v8i1.551](https://doi.org/10.22407/2176-1477.2017v8i1.551)

Torres, N. (2007). Sobre la colonialidad del ser: contribuciones al desarrollo de un concepto. En: S. Castro e R. Grosfoguel (Orgs.) *El giro decolonial. Reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global* (pp. 127-167). Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

Vásquez, D., y Hernández, C. (2020). Interrogando la gramática racial de la blanquitud: Hacia una analítica del blanqueamiento en el orden racial colombiano. *Latin American Research Review*, 55(1), 64-80. DOI: <http://doi.org/10.25222/larr.170>

Walsh, C. (2013) *Pedagogías decoloniales. Prácticas insurgentes de resistir, (re)existir y (re)vivir*. Quito: Ediciones Abya-Yala.

Walsh, C., Oliveira, L., e Candau, V. (2018). Colonialidade e pedagogia decolonial: Para pensar uma educação outra. *Archivos analíticos de políticas educativas*, 26(1), 1-12.

Yunis, E. (2009). *¿Por qué somos así? ¿Qué pasó en Colombia? Análisis del mestizaje*. 2nd edn. Bogotá: Temis.

Anexo 1. Atividades desenvolvidas na proposta didática e os princípios de planejamento decoloniais (PPD) que as fundamentaram.

Atividade	Descrição	PPD	Objetivo de aprendizagem
1. Sentidos prévios	O alunado leu de maneira individual duas reportagens online as quais abordavam a estrutura genética da população colombiana na atualidade. A partir da leitura respondiam perguntas colocadas pelo professor em um formulário	N/A	O alunado coloca suas percepções e os sentidos que atribui a discursos científicos mobilizados na mídia sobre a estrutura genética da população colombiana
2. Estrutura genética pré-colonial	Leitura e debate coletivo de texto científico sobre a estrutura genética de povos dos Andes antes da invasão colonial. Na medida em que era necessário, o professor introduzia e explicava conceitos para compreender a leitura	PP2	O alunado identifica e reconhece termos científicos da genética necessários para participar de debates, compreender textos e construir argumentos.
3. DNA no núcleo e na mitocôndria	Observação de vídeos sobre a localização do DNA na célula, a diferença entre o DNA do núcleo e na mitocôndria para a herança. Leitura coletiva de texto sobre a violência no começo da colonização, para com as mulheres racializadas	PP2 PP5	O alunado estabelece relações entre as diferenças da herança do DNA mitocondrial e nuclear, e sua relação com o histórico de violência colonial que deixa marcas na estrutura genética colombiana atual.
4. Laboratório de extração caseira de DNA	Em encontro síncrono, cada estudante desde sua casa e com ajuda da família, realizou procedimento caseiro para extração de DNA de morango, utilizando materiais de fácil acesso em casa. Realização de informe de laboratório	N/A	O alunado reconhece a estrutura celular e a localização do DNA nuclear, aplicando procedimentos com materiais caseiros para isolar o DNA.
5. A eugenia na Colômbia	Leitura e debate coletivo de texto abordando o processo de eugenia na Colômbia, analisando sua influência na formulação de políticas imigratórias	PP2 PP3	O alunado constrói argumentos e posicionamento crítico sobre enunciados científicos que reforçam legados racistas, tais como a eugenia.
6. Estrutura genética atual na Colômbia	Leitura e debate coletivo de dois textos científicos sobre a estrutura genética da população colombiana atual (com DNA nuclear e com DNA mitocondrial).	PP2	O aluno compreende os procedimentos metodológicos utilizados para caracterizar a estrutura genética da população colombiana.

	Observação de reportagem sobre a migração interna na Colômbia e a causa do conflito armado		
7. Leis de Mendel	Classe expositiva dialogada sobre as Leis de Mendel com exemplos	N/A	O alunado compreende as leis da herança genética utilizando exemplos variados.
8. O quadro de Punnett	Explicação dialogada do uso do Quadro de Punnett e os conceitos que estão relacionados com a ferramenta, para entender melhor as leis de Mendel	N/A	O alunado utiliza a ferramenta do quadro de Punnett, de maneira operativa, mas também os conceitos que tem por transfundo tais como meiose, carga gênica, fecundação, probabilidade...
9. Exercícios de quadro de Punnett	Oficina para resolver exercícios de quadro de Punnett propostos pelo professor, com revisão e retroalimentação do professor	N/A	
10. Árvore genealógica	Explicação da construção de árvores genealógicas, usando a própria árvore familiar do professor. Explicação da atividade final	PP4	O alunado aplica os conhecimentos adquiridos a uma situação da sua própria história de vida familiar, inferindo possíveis genótipos partindo de registros do fenótipo. O alunado realiza uma análise crítica das questões raciais no seu histórico familiar.
11. Elaboração de vídeo final do projeto	Aula assíncrona para a realização dos roteiros e de material para os vídeos finais elaborados pelo alunado	PP4	O aluno integra os conhecimentos que considera relevantes na construção final de um material audiovisual respondendo a perguntas que exigem integrar aspectos conceituais e políticos.
12. Retroalimentação	Revisão e retroalimentação individualizada, abrindo espaço para refazer o roteiro, e por fim, elaborar o vídeo como produto final	PP4	