

Cosmologias racializadas: processos políticos e educativos anti(racistas) no ensino de Física e Astronomia

Racialized cosmologies: anti(racist) political and educational processes in Physics and Astronomy teaching

Cosmologías racializadas: procesos políticos y educativos anti(racistas) en la enseñanza de la Física y la Astronomía

Alan Alves-Brito¹

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Professor Adjunto.
<https://orcid.org/0000-0001-5579-2138>

Resumo: Os modelos cosmológicos desenvolvidos pela Astronomia e pela Física são considerados fundamentais não apenas para a construção histórica do conceito moderno e contemporâneo de ciência, mas também como elementos fundantes da epistemologia vigente no campo da educação em ciências, ambos marcadamente brancos e eurocentrados. Este trabalho objetiva fazer uma discussão teórica, epistemológica e metodológica sobre como o uso do conceito de raça na produção do racismo e nos processos políticos e educativos anti(racistas) tem sido feito no contexto das Ciências Exatas, particularmente no caso de Física e de Astronomia. Por meio da categoria “cosmologias racializadas”, fazemos uma discussão teórica de como o conceito de raça e do racismo científico foram produzidos a partir do pensamento científico europeu do século XIX e têm sido reproduzidos na comunidade científica, em suas práticas políticas, educacionais e epistemológicas, de forma que o racismo científico, uma pseudociência, contribua para a afirmação de estereótipos e representações negativas do pensamento da população negra, contribuindo para a invisibilização e subalternização do lugar da produção do conhecimento sobre a África e o legado afrodiaspórico nas Ciências Exatas. Concluímos que as práticas e formas de pensar o Universo na perspectiva da Física e da Astronomia moderna e contemporânea são etnocêntricas e branconcênicas, baseadas nos modelos europeus e dos Estados Unidos. Embora negado, as Ciências Exatas operam o tempo inteiro com o fenômeno do racismo, atualizado, perpetuado e legitimado pela ideia de raça, hierarquizando saberes e diferentes visões acerca da origem e evolução do Universo.

Palavras-chave: educação em ciências; física e astronomia; cosmologias racializadas; epistemologias negras; racismo estrutural.

¹ Doutor e Mestre em Ciências pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo.

Abstract: *The cosmological models developed by Astronomy and Physics are considered fundamental not only for the historical construction of the modern and contemporary concept of science, but also as the founding elements of the current epistemology in the field of science education, both markedly white and Eurocentric. This work aims to create a theoretical, epistemological and methodological discussion about how the concept of race in the production of racism and anti(racist) political and educational processes has been achieved in the context of Exact Sciences, particularly in Physics and Astronomy. Through the category "racialized cosmologies", we complete a theoretical discussion of how the concept of race and scientific racism were produced from 19th century European scientific thought and reproduced in the scientific community, in its political, educational and epistemological practices. So that scientific racism, a pseudoscience, still contributes to the affirmation of stereotypes and negative representations in the thinking of the black population, contributing to the invisibility and subordination in the production of knowledge about Africa and the afrodiaporic legacy in the Exact Sciences. We conclude that the practices and ways of thinking about the Universe from the perspective of modern and contemporary Physics and Astronomy are ethnocentric and white-centric, based on European and the USA models. Although denied, the Exact Sciences operate all the time with the phenomenon of racism, updated, perpetuated and legitimized by the idea of race, hierarchizing knowledge and different views about the origin and evolution of the Universe.*

Keywords: *science education; physics and astronomy; racialized cosmologies; black epistemologies; structural racism.*

Resumen: *Los modelos cosmológicos desarrollados por Astronomía y Física se consideran fundamentales no solo para la construcción histórica del concepto moderno y contemporáneo de ciencia, sino también como elementos fundadores de la epistemología actual en el campo de la educación científica, tanto marcadamente blanca como eurocéntrica. Este trabajo tiene como objetivo realizar una discusión teórica, epistemológica y metodológica sobre cómo se ha realizado el uso del concepto de raza en la producción de racismo y en procesos políticos y educativos antirracistas en el contexto de las Ciencias Exactas, particularmente en el caso de la Física y la Astronomía. A través de la categoría "cosmologías racializadas", hacemos una discusión teórica de cómo el concepto de raza y racismo científico se produjo a partir del pensamiento científico europeo del siglo XIX y se ha reproducido en la comunidad científica, en sus prácticas políticas, educativas y epistemológicas, por lo que el racismo científico, una pseudociencia, sigue contribuyendo a la afirmación de estereotipos y representaciones negativas del pensamiento de la población negra, contribuyendo a la invisibilidad y subordinación del lugar de la producción de conocimiento sobre África y el legado de las afrodiaporas en las Ciencias Exactas. Concluimos que las prácticas y formas de pensar sobre el Universo desde la perspectiva de la Física y la Astronomía modernas y contemporáneas son etnocéntricas y centradas en el blanco, basadas en modelos europeos y estadounidenses. Aunque negado, las Ciencias Exactas operan todo el tiempo*

con el fenómeno del racismo, actualizado, perpetuado y legitimado por la idea de raza, jerarquizando saberes y visiones diferentes sobre el origen y evolución del Universo.

Palabras clave: educación científica; física y astronomía; cosmologias racializadas; epistemologias negras; racismo estructural.

Recebido em 09 de setembro de 2020

Aceito em 21 de julho de 2021

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da Educação Básica pública brasileira no presente século, sobretudo nesse momento complexo em que a ciência e sua divulgação são colocadas em evidência, é fomentar um novo projeto de Educação em Ciências, mais diversa e inclusiva, com vistas a fortalecer a democracia e a democratização escolar, aqui pensadas como parte dos processos políticos e educativos anti(racistas).

No caso de Física, carreira que conta com baixa procura, alta taxa de evasão (BARROSO; FALCÃO, 2004; SILVA; FRANCO, 2014) e um baixo número de professores(as) licenciados(as) nessa disciplina no País, menos de 20% de acordo com Brasil (2015a, 2015b), esta é uma tarefa urgente porque sabemos que estudantes da educação básica pública são majoritariamente negros(as). Essa realidade nos leva a refletir que embora a legislação brasileira garanta o direito de todos e todas a uma educação de qualidade, oferecida em diferentes níveis e modalidades, sabemos que na prática esse direito tem sido historicamente negado às pessoas negras/indígenas e que, portanto, há muitos desafios no processo de “racialização escolar”, de forma que o Ensino de Física e de Astronomia não podem se furtar ao debate, de forma reflexiva, proativa e (auto)crítica.

Entre as Ciências Exatas, Física (HEWITT, 2011) e Astronomia (OLIVEIRA; SARAIVA, 2015) são consideradas duas ciências fundamentais para o entendimento e estabelecimento do conceito moderno e contemporâneo de ciência (LIGHTMAN, 2016; PIRES, 2008). Consequentemente, pensando as relações intrínsecas na contemporaneidade entre Ciência e Tecnologia, o Ensino de Física e de Astronomia têm sido cruciais para ajudar a construir caminhos metodológicos e pedagógicos de todo e qualquer programa robusto de Ensino, Educação e Divulgação em Ciências no Brasil, conforme apontam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2002, 2017, 2018). Coube à Física e à Astronomia o papel relevante na construção de um paradigma educacional que tem como modelo a perspectiva eurocêntrica do mundo, cujos ideais estão solidificados no pensamento da civilização grega.

Historicamente, no entanto, é importante ressaltar que muito antes das proposições e inquietações gregas acerca da constituição e descrição matemática e geométrica do universo – inquietações estas que são matrizes para o estabelecimento do conceito moderno e contemporâneo de ciência – povos da Babilônia (atual Iraque) e do Egito já tinham, há milênios, desenvolvido, por intermédio da Astronomia, um dos primeiros tratamentos *científicos* do mundo físico. Essas incursões astronômicas tiveram motivações práticas (*tecnológicas*) ligadas ao plantio e à colheita (previsão de inundações), às atividades religiosas e políticas. Coube aos babilônios e egípcios – portanto não europeus – a criação de calendários tão fundamentais para a materialização e demarcação do tempo, bem como a descrição sistemática do movimento de corpos celestes os quais, juntos, permitiram que estes povos realizassem, com muita precisão, a previsão de eclipses do Sol e da Lua (PIRES, 2008). Mais do que isso, esses povos legaram cosmovisões fundamentais acerca da Natureza e da relação humanidade-Natureza que, intercambiadas ao mundo grego, estão na base dos desdobramentos filosóficos e ontoepistemológicos da assim denominada Ciência Moderna.

Apesar das Leis 10.639 (BRASIL, 2003) e 11.645 (BRASIL, 2008) – as quais alteraram a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBN) (BRASIL, 1996) para prover as diretrizes e bases da educação nacional com intuito de incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena” – Alves-Brito et al. (2018) e Pinheiro e Rosa (2018) apontam que fazer valer essas leis no contexto da Educação em Ciências, principalmente nas Ciências Exatas, é um grande desafio. O Ensino e a Divulgação de Física e Astronomia precisam ser de(s)colonizados de forma a incorporar novos processos de interpretação da “raça” e de articulação política para a construção nas Ciências Exatas da educação antirracista tão urgente na agenda global.

Como parte dos processos históricos e epistêmicos em volta do que significou o colonialismo, o patriarcado e o capitalismo – sistemas fortalecidos, por um lado, pelas Revoluções Científicas que a Física e a Astronomia não apenas impulsionaram mas que experimentam até hoje e que, por outro lado, materializam o conceito científico de “Ocidente” (SAID, 2007) –, estas duas ciências básicas têm ampliado seus repertórios teóricos, metodológicos e epistemológicos de maneira a sistematizar suas formas racionais de “ler” e/ou se “relacionar” com a Natureza, reinventando-se por meio da experiência, da observação, da matemática e de outras tecnologias computacionais modernas. Esses conjuntos organizados de práticas tão vivenciadas pela Física e pela Astronomia têm servido de modelo para outras ciências (MASSONI, 2010; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011a). Portanto, ao nos colocar algumas das questões científicas mais instigantes – como o Universo se formou e tem evoluído? De que é feito 95% do Universo? Como a Relatividade Geral e a Mecânica Quântica se conectam? – a Física e a Astronomia têm sido cientificamente sinônimas de Modernidade. Além disso, utilizando-se de diferentes estratégias, elas seguem na *vanguarda* do conhecimento e sendo tratadas como exemplo ideal do que é “ciência”, suas metodologias e epistemologias, brindando-nos com

uma “representação *hegemônica* do mundo”, isto é, um modelo cosmológico (ALVES-BRITO; MASSONI, 2021; OLIVEIRA; SARAIVA, 2015), que, apesar das controversas – e como acontece em ciência de forma geral –, não é neutro, ingênuo, desvinculado de aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos, trazendo implicações para pensarmos seus próprios processos políticos e educativos anti(racistas). Física e Astronomia constituem-se, por assim dizer, como uma “representação racializada”, branca e europeia, da realidade².

O objetivo deste trabalho é, portanto, realizar uma discussão teórica, epistemológica e metodológica sobre como o uso do conceito de *raça* na produção do racismo e nos processos políticos e educativos anti(racistas) tem sido feito no contexto das Ciências Exatas, particularmente no caso de Física e de Astronomia. Por meio da categoria “cosmologias racializadas”, fazemos uma revisão teórica de como o conceito de *raça* e do racismo científico foram produzidos a partir do colonialismo e do pensamento científico europeu do século XIX (colonialismo moderno) e têm sido reproduzidos na comunidade científica, em suas práticas políticas, educacionais e epistemológicas, de forma que o *racismo científico*, uma pseudociência, contribua para a afirmação de estereótipos e representações negativas do pensamento da população negra, contribuindo para a invisibilização e subalternização do lugar da produção do conhecimento sobre a África e o legado afrodiaspórico nas Ciências Exatas.

2 COSMOLOGIAS RACIALIZADAS: O CORPO NO ENSINO DE FÍSICA E DE ASTRONOMIA

O termo “cosmologias racializadas” tem sido empregado pelo autor (ALVES-BRITO, 2019; ALVES-BRITO; MASSONI, 2021; ROSA; ALVES-BRITO; PINHEIRO, 2020) como uma categoria para refletir aspectos inerentes às relações históricas e epistêmicas entre ciência, política e alteridade com vistas a problematizar como se dá a educação e a divulgação da ciência nos campos de Física e de Astronomia no Brasil do século XXI, no que concerne o letramento e o tensionamento racial para promover a de(s)colonização do conhecimento.

A categoria “cosmologias racializadas” nos lembra assim que, apesar de corriqueiramente negado entre cientistas das Ciências Exatas, a discussão do “corpo” está paradoxal e metaforicamente dada de diferentes formas desde os primórdios da Astronomia e da Física (ALVES-BRITO, 2020). Em Astronomia, como já dissemos, a ideia de “corpo” está associada, desde sempre, à descrição sistemática da posição e do movimento de “objetos” celestes, o que permite a previsão de fenômenos e a materialização e/ou controle do

² Realidade, em Física e Astronomia, está associada à ideia de verdade, explicação, fatos, evidências, razão.

tempo, ambos imbuídos de conotação de poder e indispensáveis para o estabelecimento de sistemas de referência que, por sua vez, são fundamentais para a expansão marítima europeia (*estratégia* do colonialismo), nos séculos XV e XVI. Em Física, um *corpo*, denominado de *objeto* traz, tanto na Mecânica Clássica quanto na Mecânica Quântica, profundas reflexões e implicações filosóficas e epistemológicas, já que o “corpo” nessas duas grandes áreas da Física têm conotações distintas. A explícita e irreconciliável separação “sujeito-objeto”, premissa da própria definição moderna e contemporânea de ciência, nos ajuda a refletir sobre o papel do “corpo” nas Ciências Físicas. “Sujeito” é o europeu branco; “objeto” é o negro, o indígena, o não europeu. Além disso, como Física e Astronomia são construções humanas, é o “corpo” que acaba por ocupar papel fundamental para não apenas explicar o que compõe o Universo, mas o que somos e representamos (ORTEGA; ZORZANELLI, 2010).

É nesse sentido que argumentamos que o Ensino de Física e a Educação em Ciências precisam se debruçar na discussão da corporeidade que deve transcender os limites da nossa pele e/ou dos nossos traços fenotípicos. Como nos lembra Fanon (2008), o *corpo* é importante para pensarmos esses processos políticos porque há uma epidermização do racismo, uma percepção fenomenológica do corpo negro pelo outro imperial e racista. E, nesse sentido, na lógica da construção racista da ciência, o colonizado é um corpo questionador, um agente que causa medo aos sujeitos-cidadãos que a própria colonização criou. No entanto, sabemos desde a metade do século XX que o conceito de “raça” não existe biologicamente (MUNANGA, 2019). Todavia, como conceito das Ciências Humanas e Sociais, a raça marca as relações quotidianas, decidindo, inclusive, quem tem o direito de pensar, falar e viver; portanto, a problematização da corporeidade na Educação em Ciências nos mostra que, apesar de negado, o Ensino de Física e de Astronomia não estão isentos de construir e reafirmar relações sociais desiguais, hierarquizadas entre as pessoas com base no conceito de *raça*. Argumentamos, assim, que todos os processos políticos-educacionais das Ciências, principalmente no caso das Ciências Físicas, são/estão racializados, sendo que o conceito de racialização que aqui empregamos está em sinergia com as ideias apresentadas por Silvério (2013, p. 25):

Em referência às condições objetivas que fazem possível, a emergência destes significantes, a definição de classificações raciais □ cuja dinâmica pode ser pensada como um processo de racialização - traduz, no plano ideológico, algumas das tensões econômicas, políticas e culturais de dada sociedade. Neste sentido, podemos perceber uma dupla dinâmica, onde as condições objetivas dão lugar a manifestações ideológicas que, mediante a afirmação dos princípios objetivos no plano simbólico, reproduzem, modelam e cristalizam as oposições estruturais no plano discursivo.

Nesse sentido, a categoria “cosmologias racializadas”, em Física e Astronomia, é vista como a complexa teia de relações *racionais* imbricadas na “representação de mundos”, ou seja, no que se denomina *ciência*, determinadas por complexos sistemas – o colonialismo, o patriarcado e o capitalismo – em que o racismo, como tecnologia social de poder e controle, está perversamente engendrado nas subjetividades, instituições e estruturas da sociedade brasileira (e de outros lugares do globo), sendo não apenas o “ethos” balizador desses sistemas mas o agente hierarquizador das pessoas, dos *corpos* envolvidos. Como resultado, as “cosmologias racializadas” representam as tensões e disputas permanentes de poder entre o “eu”, brancos europeus e/ou dos Estados Unidos ou do Brasil, e o “outro”, corpos negros e de povos originários, sobretudo, perpassados pelas questões de gênero e de classe, e que, em última análise, têm sido excluídos, invisibilizados e/ou epistemicamente exterminados da produção de conhecimento científico e tecnológico válidos.

Seguindo as ideias do pensador quilombola Antônio Nêgo Bispo, as “cosmologias racializadas” negras e indígenas são, assim, confluentes, representando encontro e disseminação das diferenças, enquanto que as “cosmologias racializadas” europeias-cristãs são influentes, ou seja, fundamentadas e referendadas pela ideia fixa de colonizar o “outro”. Os pensamentos negros e indígenas são, para Bispo, organicamente contracoloniais (BISPO, 2015).

Em termos objetivos, a existência de “cosmologias racializadas” nos apontam que do ponto de vista teórico, metodológico e epistêmico o maior desafio para o Ensino de Física, de Astronomia e das Ciências Exatas de maneira geral, no que diz respeito à elaboração e concretização de políticas educativas antirracistas, está, primeiro, em romper na prática com a solidificada ideia vigente nas Ciências Físicas de que o “corpo” e a “corporeidade” não fazem parte e não são questões fundamentais de seus processos de construção de ciência; e, segundo, em ressignificar o “letramento racial” no sentido de se construir uma nova gramática em que, as pessoas brancas, maioria esmagadora nessas carreiras e espaços de poder (ANTENEDO et al., 2020), reconheçam o lugar histórico de privilégio que exercem na cadeia de educação formal e de acesso aos bens culturais científicos disponíveis, os quais revelam a complexa relação racial construída de forma desigual no Brasil.

O “corpo” da Modernidade é racionalizado e humanizado no corpo das pessoas brancas, produto do processo de expansão colonial europeia, no modo capitalista, hoje neoliberal, em que a perspectiva da universalidade está vinculada à ideia de progresso (tecnologia), na produção de um conhecimento *sintético* (BISPO, 2015). É nessa distribuição territorial de “corpos” que a superioridade de conhecimentos é atrelada à ciência produzida pelos europeus (e norte-americanos) enquanto todos os outros conhecimentos, de africanos e suas diásporas e/ou indígenas, são destituídos de pensamento, criminalizados e descivilizados. Há, nesse caso, negação, ausência, silenciamento e fragmentação do *corpo*

“estrangeiro” e, a Modernidade, definida pela trilogia da colonialidade: saber, ser e poder (BISPO, 2015; QUIJANO, 2010).

A máxima da constituição da Revolução Científica promovida pela Física e pela Astronomia está, exatamente, na forte expressão do “penso, logo existo” de René Descartes (1596-1650), que se pretende universal, sem a presença do “corpo outro” (FANON, 2008). Nesse contexto, a razão é interpretada como a essência do pensamento moderno que, ligada às ideias do filósofo grego Platão, apresenta-se como a negação do espírito.

Para Quijano (2005), o conceito de “raça” está, uma vez mais, na centralidade do pensamento moderno, que é, como já dissemos, articulado pelos desdobramentos do que significou a Revolução Científica no contexto da Física e da Astronomia:

Um dos eixos fundamentais desse padrão de poder é a classificação social da população mundial de acordo com a ideia de raça, uma construção mental que expressa a experiência básica da dominação colonial e que desde então permeia as dimensões mais importantes do poder mundial, incluindo sua racionalidade específica: o eurocentrismo. (QUIJANO, 2005, p. 227).

Michael Foucault (1926-1984), em 1992, no clássico *Genealogia del Racismo*, descreve o racismo como ideologia, justificada pelas teorias do darwinismo social. De acordo com suas ideias, o racismo é baseado na perspectiva de que a raça branco-europeia é superior física, moral, intelectual e esteticamente, enquanto que as outras raças representam perigo degenerativo para o patrimônio biológico da humanidade. Se mergulharmos na História da Ciência, veremos que a base das ideias racistas se encontra no projeto de expansão marítima europeia, entre os séculos XV e XVI (MUNANGA, 2019). A observação sistemática do céu, que permitiu não apenas a construção de catálogos estelares e a definição de latitude astronômica, usando o polo norte-sul celeste como referência, mas também o desenvolvimento, em paralelo, de instrumentação astronômica potente, tiveram papel relevante para a concretização desse projeto colonizador europeu. O tráfico de pessoas negras do continente africano transformou-se num violento sistema de opressão, de poder e controle do “outro”, cujos desdobramentos históricos, sociais, políticos e econômicos nos acompanham até a atualidade.

No Brasil, o racismo está na égide dos projetos econômicos coloniais (mercantis e capitalistas), fomentado pelo desenvolvimento da Física e da tecnologia no âmbito da Revolução Industrial. Houve, como sabemos, massivo processo de escravização de africanos e de povos originários e o pós-abolição (MUNANGA, 2019) é marcado, até os nossos dias, pela subalternização dos corpos negros no âmbito ideológico, epistêmico, político e econômico. Mais do que isso, a própria Academia (ciência) – por exemplo, a medicina, o direito e as ciências naturais que, no

Brasil, estão representados na figura de pessoas como o Conde Gobineau (1816-1882), Nina Rodrigues (1862-1906), Paul Broca (1824-1880) e Silvio Romero (1851-1914) – encontra alicerce nas teorias racistas europeias vigentes para justificar a subordinação dos africanos na diáspora e dos povos originários, construindo o “racismo científico” (SCHWARCZ, 1993).

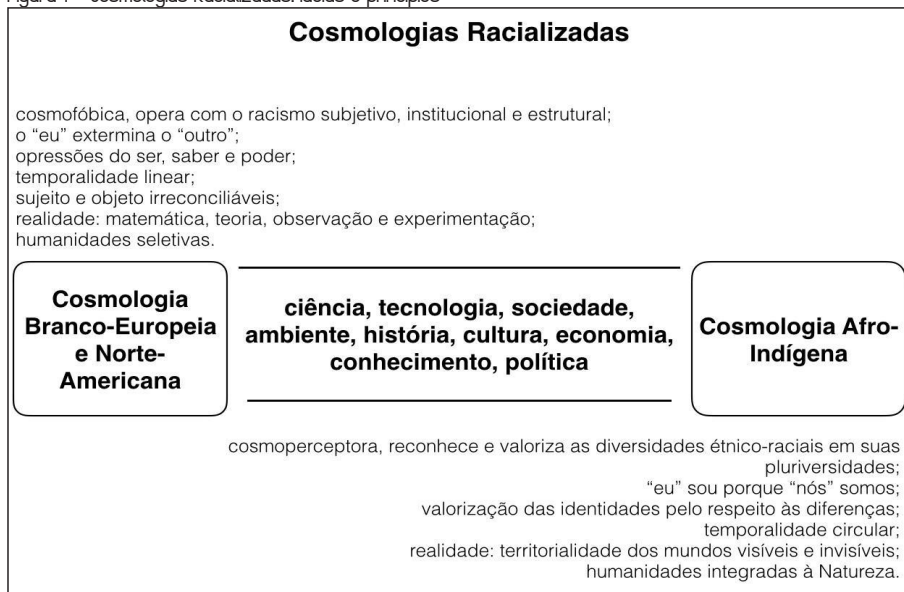
No caso dos corpos negros e daqueles dos povos originários, o racismo científico foi fundamental para não apenas retirá-los do processo de escolarização e educação básica no País, mas também dos processos de divulgação de ciências e do acesso e permanência no Ensino Superior, que é hoje majoritariamente composto por docentes brancos(as), cerca de 90% em média (ALVES-BRITO, 2020), num país constituído por 54% de pessoas negras, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Em Física e Astronomia, estudo recente (ANTENEODO et al., 2020) mostra que há uma subrepresentação desses corpos na Sociedade Brasileira de Física e, mais marcante, os dados mostram que as pessoas negras desaparecem, num *efeito tesoura*, ao longo de suas carreiras, nos estudos de pós-graduação e/ou fixação permanente em universidades e centros de pesquisa como professores/pesquisadores/cientistas.

E, por fim, as “cosmologias racializadas” nos permitem refletir sobre de que forma as políticas de branqueamento que aconteceram no Brasil (SCHWARCZ, 1993) foram cruciais para a construção dos processos racistas na Física, na Astronomia e na ciência contemporânea. Por exemplo, há uma visão estereotipada na sociedade brasileira de que japonês é extremamente e “naturalmente” inteligente, enquanto negros não se enquadram no que o imaginário social brasileiro espera como profissional da Física ou da ciência (ALVES-BRITO; BARBOSA, 2020; SANTOS, 2017). Essas associações fazem parte das construções raciais que colocam os corpos negros e indígenas num lugar de subalternidade na ciência. Em se tratando das teses de branqueamento, Skidmore (2012, p. 81) afirma:

A tese do branqueamento baseava-se na presunção da superioridade branca, às vezes pelo uso dos eufemismos raças “mais adiantadas” e pelo fato de ficar em aberto a questão de ser a inferioridade inata. À suposição, juntavam-se mais duas: Primeiro – a população negra diminuiria progressivamente em relação à branca. Segundo – a miscigenação produzia “naturalmente” uma população mais clara, em parte porque o gene branco era mais forte e em parte porque as pessoas procurassem parceiros mais claros [...]

A Figura 1 sumariza as principais ideias e princípios por trás das “cosmologias racializadas” de matriz eurocêntrica e afro-indígena no âmbito de como o Ensino de Física e Astronomia têm se estruturado para pensar os conceitos de ciência, tecnologia, sociedade e Natureza (ambiente) e suas relações políticas, econômicas, históricas, socioculturais e ontoepistemológicas.

Figura 1 – Cosmologias Racializadas: ideias e princípios



Fonte: o autor.

3 PROCESSOS POLÍTICOS E EDUCATIVOS (ANTI)RACISTAS EM FÍSICA E ASTRONOMIA

A discussão dos processos políticos educativos (anti)racistas nos Ensinos de Física e de Astronomia passam, sobretudo, pelo questionamento do que é ciência, para que esta serve e qual é o papel da política nas relações de poder envolvidas entre as comunidades científicas e as sociedades em que operam (ROSA; ALVES-BRITO; PINHEIRO, 2020). E, nesse sentido, discutir “ciência” é disputar a definição de *verdade*, de *pensamento* e de *realidade*.

Isabelle Stengers, uma das mais proeminentes filósofas contemporâneas da ciência, defende que a representação de um fenômeno científico é uma invenção política, que não se coloca num horizonte no qual seja necessário garantir ordem e hierarquia entre a realidade e a imaginação; entre o que é e o que deveria ser (STENGERS, 2002). Nesse sentido, a partir do conceito de “cosmologias racializadas” aqui apresentado e discutido, podemos refletir que o conceito moderno de ciência, ao contrapor ser e objeto, natureza e cultura, separa e distingue *humano* de *não humano*, mundos visíveis (reais) de mundos in(visíveis).

E isso fica particularmente marcado nas Ciências Exatas, denominadas no meio acadêmico como *ciências duras, desumanas* ou *não humanas*. Nessa perspectiva, que humanidade será esta que falta às Ciências Exatas e às carreiras tecnológicas? Estão elas (des)racializadas?

A partir desses questionamentos, defendemos que os Ensinos de Física e de Astronomia passam por processos políticos e educativos complexos, os quais não aportam como deveriam para políticas educacionais antirracistas que visam fortalecer a promoção da cidadania e da valorização do conhecimento “estrangeiro”, ou seja, todo o conhecimento que esteja fora do contexto da matriz branca europeia e/ou norte-americana. Destacamos, a seguir, vários desses processos.

Muito alinhado às ideias de Maldonado-Torres (2018), o uso do conceito de raça na produção do racismo e nos processos políticos e educativos anti(racistas) nas Ciências Exatas, particularmente nos casos de Física e de Astronomia, tem se baseado nos vários mitos da Modernidade que a própria Física e a Astronomia ajudaram a construir. O mais poderoso deles tem sido a ideia de que as Ciências Físicas são as representantes de um saber universal superior, branco e europeu, balizador da ordem de pensamento do mundo. E, nesse sentido, a ideia de “corpo” está presente o tempo inteiro nas Ciências Físicas na dimensão do saber (sujeito, objeto e método), do ser (tempo, espaço, subjetividade) e do poder (estrutura, cultura e sujeito). As Ciências Físicas, no geral, negam o racismo, mas ele está presente em seus processos, definindo, por exemplo, quem entra e quem permanece nos cursos de Licenciatura e Bacharelado ou mesmo nos estágios mais avançados da carreira (ALVES-BRITO; BARBOSA, 2020; ANTENEODO et al., 2020; SANTOS, 2017).

Os cursos de Física e de Astronomia exploram demasiadamente as cosmologias branco-europeias sobre, por exemplo, a formação e a distribuição da matéria no Universo (HEWITT, 2011; OLIVEIRA; SARAIVA, 2015); não levam em conta ou apenas discutem de maneira superficial e simplista as cosmologias (chamadas de cosmogonias ou tratadas como mitos desprovidos de racionalidade) e/ou tecnologias oriundas de povos africanos e originários (ALVES-BRITO; BOOTZ; MASSONI, 2018). Há registros históricos (ROSA; ALVES-BRITO; PINHEIRO, 2020) que dão conta que povos africanos e indígenas produziram Astronomia e/ou saberes meteorológicos e tecnológicos de alto nível mas, o racismo científico, como negação desses corpos e de suas epistemes, invisibiliza e inferioriza esses conhecimentos e saberes, tratando-os como saberes selvagens, desprovidos de racionalidade. O racismo científico, como pseudociência, tem justificado o projeto euro-americano de neocolonização e as suas cosmologias brancocêntricas e invisibilizado o que é inclusive produzido cientificamente no continente africano do presente século.

Além disso, do ponto de vista da formação inicial docente, é sabido que há um enorme distanciamento entre as práticas teóricas/metodológicas/epistemológicas discutidas/apreendidas na formação inicial em Física daquelas que futuros docentes terão

que ensinar/vivenciar na Educação Básica (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011b). No caso da formação continuada (VILLANI, 2016), destaca-se quase sempre uma concepção tecnicista de treinamento e de *preenchimento de lacunas*, numa visão capitalista, neoliberal e ortodoxa da ciência na qual, uma vez mais, a contribuição de “corpos estrangeiros” é apagada. A categoria “cosmologia racializada” aponta que quando se trata do que preconiza as leis 10.639/2003 e 11.645/2008, conquistas históricas dos movimentos sociais negros organizados em seu processo de educação (GOMES, 2017), a formação inicial de professores de Física sequer considera a educação para as relações étnico-raciais (NUNES; SANTANA; FRANCO, 2021). As questões decoloniais e/ou associadas à educação para as relações étnico-raciais no Ensino de Ciências Físicas são frequentemente negligenciadas. Não há (com raríssimas e pontuais exceções), ao longo da formação inicial, iniciativas curriculares, de pesquisa e de extensão voltadas para aprofundar a discussão do papel das relações étnico-raciais nas formações de pessoas nas Ciências Exatas. Mesmo no caso dos Mestrados Profissionais (institucionais ou em redes) há, na Física/Astronomia, poucos trabalhos (menos de 0,5%) voltados para essas temáticas (OLIVEIRA; ALVES-BRITO; MASSONI, 2021). Uma vez mais esses resultados sugerem que o conceito de “raça” se manifesta o tempo inteiro. Primeiro, porque não há o reconhecimento da predominância branca na proposição e articulação dessas ideias na universidade/educação básica e, segundo, porque não há qualquer crítica sobre o não reconhecimento de saberes produzidos fora dos cânones acadêmicos no contexto da definição moderna e contemporânea de ciência. A “cosmologia racializada” euro-branca-norte-americana apresenta-se, na formação inicial em Física, como onipresente, onipotente e onisciente.

Um outro problema, interpretado aqui como parte das práticas políticas racistas nas Ciências Exatas, é a insuficiência no número de pesquisas realizadas em Ensino e Educação Científica voltadas à educação para as relações étnico-raciais (PINHEIRO; ROSA, 2018). Essa defasagem limita a articulação e a formação de recursos humanos de excelência especializados nesses temas no campo das Ciências Exatas. Conseqüentemente, essas práticas impactam na produção de artigos científicos indexados sobre a temática, o que é mais marcante no caso de Física e de Astronomia, de forma que não podemos esperar, a curto e médio prazo, novas metodologias e epistemologias de ensino na Educação Básica que articulem conteúdos de Física/Astronomia da formação inicial aos conteúdos pedagógicos e aos resultados de pesquisa em Ensino de Física/Astronomia com foco em questões decoloniais e/ou das relações étnico-raciais.

Embora as Diretrizes Curriculares de 2015 (BRASIL, 2015a, 2015b) já tragam explicitamente o respeito e a valorização da diversidade étnico-racial como um dos aspectos fundamentais a serem considerados na formação docente, até mesmo como parte da realidade acima descrita, são poucos os cursos de Física no Brasil a fazerem as adequações (MASSONI; BRUCKMANN; ALVES-BRITO, 2020) e, de toda sorte, mesmo quando implementadas,

levará tempo para chegar às escolas. Esses descompassos demonstram, uma vez mais, como a categoria “raça hegemônica” (branca e de matriz euro-americana) atua no Ensino de Física e de Astronomia no Brasil. Aqui, o conceito de *raça hegemônica* está atrelado ao conceito de *meritocracia*, presente nos discursos de gestores nas áreas de Física e de Astronomia que dificultam, por exemplo, o aprofundamento na discussão de elaboração de políticas viáveis de ação afirmativa para as graduações e pós-graduações em Física e Astronomia no Brasil.

Um outro aspecto fundamental é pensarmos sobre os aportes teóricos de aprendizagem que têm sido discutidos nas formações iniciais e/ou continuadas no Ensino de Física/Astronomia (ANTUNES JÚNIOR; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2019). De maneira geral, os principais aportes teóricos como, por exemplo, as Teorias de Aprendizagem Behavioristas, Cognitivistas, de Transição entre o Behaviorismo Clássico e o Cognitívismo, Humanistas e Socioculturais - (ver a revisão apresentada em Ostermann e Cavalcanti (2011b)), as quais são apresentadas na formação inicial/continuada em Física/Astronomia e/ou em outras áreas da Educação em Ciências, são branco-eurocêntricas e/ou norte-americanas. Não há lugar, ou aparecem muito timidamente, para outras perspectivas de aprendizagem baseadas em ideias negras e indígenas. Mesmo no caso das Teorias Socioculturais ou de abordagens teóricas baseadas na interação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS: AULER; DELIZOICOV, 2001), as abordagens são por vezes pouco racializadas. Essas escolhas estão relacionadas à ideia de universalidade colonial tão presente no alicerce da ciência moderna, que a Física e a Astronomia são protagonistas, numa perspectiva espaço-temporal em que as ideias branco-eurocêntricas são tidas como dimensões privilegiadas de civilização e organização do conhecimento. Entre tantos outros exemplos, poderíamos nos perguntar como essas diferentes abordagens teóricas nos ajudariam, via Ensino e Divulgação de Ciências, discutir e entender Física/Astronomia no âmbito do que significa a remoção das comunidades quilombolas que vivem na área da Base de Alcântara, processo político-científico-cultural que se desenrola no Brasil desde os anos 1980.

No que concerne às principais correntes epistemológicas discutidas no Ensino de Física/Astronomia (ver, por exemplo, MASSONI, 2005; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011a), há, uma vez mais, a predominância do pensamento masculino, branco e eurocentrado. Mesmo quando se discute de(s)colonização em ciências, muitos dos trabalhos se fundamentam em referenciais europeus e/ou norte-centrados, sendo o sociólogo português Boaventura de Souza Santos um dos mais citados. Pensadores/as africanos(as), negros(as) na diáspora e indígenas (Nilma Lino Gomes, Nêgo Bispo dos Santos, Sueli Carneiro, Grada Kilomba, Carla Akotirene, Frantz Fanon, Stuart Hall, Abdias do Nascimento, Ailton Krenak, Davi Kopenawa, entre outros) são pouco referendados(as) ou desconsiderados, sobretudo no âmbito das Ciências Físicas.

Do ponto de vista metodológico (realização de atividades de laboratório, uso de simulações e jogos em sala, desenvolvimento de abordagens lúdicas, inserção de informática e de tecnologias nas aulas, entre outras), embora o Ensino de Física e de Astronomia tenham sofrido grandes modificações ao longo dos anos, as suas práxis seguem baseadas em modelos americanos e europeus, com visões tecnicistas (ver, por exemplo, Langhi e Nardi (2012) e Rebeque, Ostermann e Viseu (2020), para uma discussão atual). Novas práticas e rituais pedagógicos que nos permitam questionar o que é ensinar Física/Astronomia ou como escolher conteúdos escolares e transpô-los no que tange a educação para as relações étnico-raciais são raras. Novas relações aluno-professor-conteúdo precisam ser construídas no campo da racialização aqui tratada. As ênfases curriculares e as representações dos professores sobre o Ensino de Física estão racializadas no recorte “branco” europeu e dos Estados Unidos, mesmo em práticas inter e transdisciplinares. E, nesse sentido, uma das dificuldades metodológicas implícitas na confluência das “cosmologias racializadas” reside no fato de que enquanto as metodologias branco-europeias no Ensino de Física e de Astronomia são baseadas em temporalidades lineares, em processos irreversíveis e na escrita, as cosmologias negras/indígenas exigem temporalidades circulares, que devem levar em conta as alternâncias universidade/comunidade e o potencial epistêmico da oralidade. É uma outra lógica de relação com a escrita, com a oralidade e com os processos do fazer científico-natureza. Entram em cena outros referentes de subjetividade e objetividade, desracializados e deserarquizados. Essa perspectiva decolonial do Ensino de Física e Astronomia é crucial para os cursos de Licenciatura em Educação no Campo, Ciências da Natureza e Interculturais Indígenas.

Pensamos que a História, a Filosofia, a Sociologia, a Antropologia da Ciência e a Astronomia nas Culturas (LIMA et al., 2013) constituem mecanismos fundamentais para nos ajudar na construção de novos projetos políticos (anti)racistas nas Ciências Exatas. No entanto, é importante frisar, embora a dimensão e a importância da História da Ciência tenham ganhado destaque nos últimos anos, os corpos negros/indígenas são pouco retratados ou visibilizados no Ensino e na Comunicação da Física e da Astronomia (ALVES-BRITO; MASSONI, 2019; MATTHEWS, 1995; REIS; GUERRA, 2010;). Recentemente, Alves-Brito et al. (2020) apresentaram a história de Cheikh Anta Diop (1923-1986), um dos mais importantes pensadores do século XX, invisibilizado na História da Ciência, sobretudo na evolução das ideias da Física, apesar de ter fornecido contribuições originais não só às Ciências Humanas, mas também às Ciências Exatas, num exemplo didático de diálogo entre áreas e transposição dos limites de uma única disciplina.

A representatividade dos corpos subalternizados é um aspecto importante a ser retomado na educação antirracista nas Ciências Exatas, de forma a não apenas tratar da questão racial como conteúdo inter-trans-multidisciplinar, mas como sendo esta capaz de estabelecer conexões entre a vida diária dos estudantes, suas condições socioeconômicas

e as desigualdades enfrentadas no dia a dia, inclusive como forma de combater a evasão que é tão alta nos cursos de Ciências Exatas. Os conteúdos de Física e Astronomia estão, quase sempre, desconectados das realidades dos estudantes, incluindo aspectos inerentes da Física Moderna e Contemporânea, como a Mecânica Quântica, que é uma das áreas da Física consideradas de vanguarda no desdobramento tecnológico e que sequer chega às escolas (ALVES-BRITO; MASSONI, 2019).

A realidade racial do Brasil precisa ser retratada no currículo das ciências, demasiado eurocêntrico (REIS; SILVA, 2021). Além disso, a produção de livros didáticos e/ou artigos científicos, com foco na educação antirracista, é muito restrita no Ensino de Ciências e mais no Ensino de Física/Astronomia. Essas interpelações favorecem a superação da abordagem clássica da Física, conteudista, para uma formação de educadores capazes de articular a constituição étnico-racial de seu próprio País e problematizar as construções teóricas, epistemológicas e as metodologias práticas da ciência e da tecnologia.

Em suma, teorias, epistemologias e metodologias usadas no Ensino de Física e de Astronomia têm reforçado o padrão hegemônico da ciência moderna e contemporânea. As abordagens dos percursos formativos de professores, quase sempre conteudistas, humanistas, ativistas, reflexivas e tecnicistas (LANGHI; NARDI, 2012) têm, por sua vez, relativizado e até ignorado o papel que o conceito de *raça* desenvolve na construção negativa dos corpos negros e de povos originários no contexto do que se entende atualmente como ciência, discutida e ensinada em universidades e escolas ou utilizada nas mediações científico-culturais em espaços não formais e informais de ensino e aprendizagem.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Física e a Astronomia são duas ciências básicas fundamentais para a constituição do projeto científico-tecnológico ocidental que, desde o século XV, tem nos legado “representações do mundo”. Evocamos o conceito de “cosmologias racializadas” para argumentar que, em Física e Astronomia, por questões históricas justificadas no projeto europeu de colonização, as representações hegemônicas do mundo são racializadas e, embora negado, por não reconhecer intrinsecamente em seus processos a validade da categoria “raça” (“eu” versus o “outro”), as Ciências Exatas operam o tempo inteiro com o fenômeno do racismo, atualizado, perpetuado e legitimado pela ideia de raça, hierarquizando saberes e diferentes visões acerca da origem e evolução do Universo.

Argumentamos que o Ensino de Física e de Astronomia precisam incorporar novos processos de interpretação da “raça” para a articulação política, em Ciências

Exatas, da educação antirracista tão urgente na agenda global. Um caminho possível é pelo desenvolvimento de metodologias alternativas de ensino fundamentadas em História, Filosofia, Sociologia e Antropologia das Ciências (MOURA; GUERRA, 2016) ou Astronomia nas Culturas (ALVES-BRITO; BOOTZ; MASSONI, 2018; LIMA, 2013), as quais interpretamos como potentes mecanismos de aprofundamento da discussão da educação para as relações étnico-raciais em Física e Astronomia e proposição de novos espaços de construção política do conhecimento científico.

Argumentamos que o corpo é uma questão da Física/Astronomia. Para Fanon (2008), o *corpo* é como uma porta aberta de toda consciência. Esperamos, assim, que cientistas e educadores das áreas de Ensino de Física e de Astronomia participem ativamente da luta política no esforço da (des)racialização da experiência coletiva da população africana, afro-brasileira e indígena; que ajudem a desconstruir o mito da democracia racial e a problematizar o “racismo científico” operante nos processos educativos e nas construções didáticas-curriculares no Ensino de Ciências Exatas (ALVES-BRITO, 2020). É importante que estes profissionais se juntem pelo reconhecimento da diversidade étnico-racial do País, no combate à evasão em suas carreiras e no estabelecimento de políticas de ações afirmativas (ingresso e permanência dos estudantes nos cursos de graduação e pós-graduação). Nesse novo contexto ético-político, que se dá por meio da inversão da lógica Moderna-Colonial, o Ensino de Física e de Astronomia é fundamental para a promoção da cidadania no País, pela construção de uma cultura científica em que os “outros” não sejam considerados inimigos e/ou inferiores.

Concluímos neste trabalho que, apesar dos avanços no País no que tange a discussão da educação para as relações étnico-raciais (GOMES, 2017), é preciso (des)racializar os processos políticos e educativos anti(racistas) na Educação em Ciências, sobretudo no Ensino de Física e de Astronomia, de forma a levar em conta outras “cosmologias”, principalmente aquelas advindas de povos e saberes subalternizados, negros e indígenas. Enfatizamos que nesse movimento não se pretende questionar a validade e a contribuição da Física e da Astronomia moderna e contemporânea atrelada à tecnologia e ao Estado, “ethos” criado no bojo do projeto colonial-imperialista europeu e norte-americano. Pretendese, sobretudo, de(s)colonizar os processos do fazer ciência e do ser cientista ou professor de ciência, (re)pensando suas histórias, percepções teóricas, epistemológicas, ontológicas, metodológicas e seus mecanismos (anti)éticos.

REFERÊNCIAS

ALVES-BRITO, A.; BARBOSA, M. Vidas negras importam e geram inovação. *Blog Ciência & Matemática*, 15 jun. 2020. Disponível em: <https://blogs.oglobo.globo.com/ciencia-matematica/post/vidas-negras-importam-e-geram-inovacao.html>. Acesso em: 12 ago. 2020.

ALVES-BRITO, A.; BOOTZ, V.; MASSONI, N. T. Uma sequência didática para discutir as relações étnico-raciais (Leis 10.639/03 e 11.645/08) na educação científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 35, p. 917-955, 2018.

ALVES-BRITO, A. *Cosmologias*. Seminários SESC. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://centrodepesquisaeformacao.sescsp.org.br/atividade/cosmologias>. Acesso em: 12 ago. 2020.

ALVES-BRITO, A. *et al.* Histórias (in)visíveis nas ciências. I. Cheikh Anta Diop: um *corpo negro* na Física. *Revista Brasileira dos Pesquisadores Negros*, v. 12, n. 31, fev. 2020.

ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T. *Astrofísica para a Educação Básica: a origem dos elementos químicos no Universo*. Curitiba: Editora Appris, 2019.

ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T. *Cosmologias Racializadas: direitos humanos, interculturalidade e relações étnico-raciais no ensino e na divulgação da Física*. In: SANTOS, A. G. F. dos; QUEIROZ, G. R. P. C.; OLIVEIRA, R. D. V. L. (org.). *Conteúdos cordiais: física humanizada para uma escola sem mordada*. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

ALVES-BRITO, A. Os corpos negros: questões étnico-raciais, de gênero e Suas intersecções na Física e na Astronomia Brasileira. *Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as*, v. 12, n. 34, p. 816-840, out. 2020.

ANTENEO DO, C. *et al.* Brazilian physicists community diversity, equity, and inclusion: a first diagnostic. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, v. 16, p. 010136, 2020.

ANTUNES JÚNIOR, E.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. A subvalorização da formação continuada de professores: dos orientadores à articulação do referencial teórico no contexto do mestrado nacional profissional em ensino de física. *Alexandria*, v. 12, p. 267-291, 2019.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 1, jun. 2001.

BARROSO, M. F.; FALCÃO, E. B. M. Evasão universitária: o caso do Instituto de Física da UFRJ. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004. *Anais [...] 2004*, p. 1-14.

BISPO, A. *Colonização, Quilombos: modos e significados*. Brasília, DF: INCT/CNPq/UnB, 2015.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica. Parecer CNE/CP n.º 2/2015. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 13, 25 jun. 2015a.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Resolução CNE/CP n. 02/2015, de 1º de julho de 2015. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 124, p. 8-12, 2 jul. 2015b.

BRASIL. Lei n. 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 21 dez. 1996.

BRASIL. Lei n. 10.639/2003, de 9 de janeiro de 2003. Altera a Lei n° 9. 394, de 20 de dezembro de 1996. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 10 jan. 2003.

BRASIL. Lei n. 11.645, de 10 de março de 2008. Inclui no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena". *Diário Oficial da União*, Brasília, 11 mar. 2008.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ensino médio: orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias Matemática e suas tecnologias. Brasília, DF: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL. **Resolução CNE/CP n° 2/2017**, fundamentada no Parecer CNE/CP n° 15/2017. Base Nacional Comum Curricular - Educação Infantil e Ensino Fundamental - BNCC. Brasília, DF: MEC, 2017.

BRASIL. **Resolução CNE/CP n° 4**, de 17 de dezembro de 2018. Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio (BNCC-EM). Brasília, DF: MEC, 2018.

FANON, F. *Pele negra, máscaras brancas*. Tradução: Renato da Silveira, Salvador: EDUFBA, 2008.

GOMES, N. L. *O movimento negro educador: saberes construídos nas lutas por emancipação*. São Paulo: Editora Vozes, 2017.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. *Educação em astronomia: repensando a formação de professores*. São Paulo: Escrituras Editora, 2012.

LIGHTMAN, B. *A Companion to the history of science*. Estados Unidos: John Wiley & Sons Ltd, 2016.

LIMA, F. P. *et al*. *Astronomia indígena: relações céu-terra entre os indígenas no Brasil: diferentes olhares*. In: MATSUURA, O. T. (org.). *História da astronomia no Brasil*. Rio de Janeiro: MAST, 2013.

MALDONADO-TORRES, N. *Análise da colonialidade e da decolonialidade: algumas dimensões básicas*. In: BERNARDINO, C.; MALDONADO-TORRES, S.; GROSFUGUEL, R. (org.). *Decolonialidade e pensamento afro-diaspórico*. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2018.

MASSONI, N. T. *A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de física: a questão da mudança epistemológica*. 2010. Tese (Doutorado em Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MASSONI, N. T.; BRUCKMANN, M. E.; ALVES-BRITO, A. A reestruturação curricular do curso de licenciatura em física da UFRGS: construção de novas identidades na formação docente inicial do século XXI. *Revista Educar Mais*, v. 4, n. 3, p. 512-541, 2020.

MASSONI, N. T. *Epistemologias do século XX*. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MOURA, C. B. de; GUERRA, A. história cultural da ciência: um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de ciências? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 16, n. 3, p. 725-748. 2016.

MUNANGA, K. *Negritude, Usos e sentidos*. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

NUNES, C.; SANTANA, J. C.; FRANCO, N. H. R. Epistemologias negras e educação: relações étnico-raciais na formação do(a) pedagogo(a). *Roteiro*, v. 46, p. e26314, 2021.

OLIVEIRA, A.; ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T. Educação para as relações étnico-raciais no ensino de física e astronomia no Brasil: mapeamento da produção em mestrados profissionais (2003-2019). *Revista Alexandria*, 2021.

OLIVEIRA, K.; SARAIVA, M.F. *Astronomia & astrofísica*. São Paulo: Editora da Física, 2015.

ORTEGA, F.; ZORZANELLI, R. *Corpo em evidência: a ciência e a redefinição do humano*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. *Epistemologia*. Porto Alegre: Evangraf, 2011a.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. *Teorias de aprendizagem*. Porto Alegre: Evangraf, 2011b.

PINHEIRO, B. C.; ROSA, K. R. (org.). *Descolonizando saberes: a Lei 10.639/2003 no ensino de ciências*. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

PIRES, A. S. T. *Evolução das Ideias da Física*. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

QUIJANO, A. Colonialidade do poder e classificação social. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.). *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Editora Cortez, 2010.

QUIJANO, A. Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina. In: LAND-ER, E. (org.). *A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais - perspectivas latino-americanas*. Buenos Aires: Clacso, 2005.

REBEQUE, P. V.; OSTERMANN, F.; VISEU, S. A nova gestão pública no contexto da formação continuada de professores: o caso do mestrado nacional profissional em ensino de física. *Ciência & Educação*, v. 26, p. e20022, jul. 2020.

REIS, J. C.; GUERRA, M. B. Da necessidade de valorizar a história e a filosofia da ciência na formação de professores. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12., 2010, Águas de Lindóia. *Anais [...]* Águas de Lindóia, 2010.

REIS, M. da C.; SILVA, C. M. da. Bases epistemológicas de pesquisas relacionadas à população negra e educação. *Roteiro*, v. 46, p. e26312, 2021.

ROSA, K.; ALVES-BRITO, A.; PINHEIRO, B. C. S. Pós-verdade para quem? Fatos produzidos por uma ciência racista. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1440-1468, dez. 2020.

SAID, E. W. *Orientalismo: o oriente como uma invenção do ocidente*. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

SANTOS, A. C. F. dos. You don't look like a physicist. *The Physics Teacher*, v. 55, 2017.

SCHWARCZ, L. O *espetáculo das raças: cientistas, instituições e questão racial no Brasil - 1870 - 1930*. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

SILVA, M. B. S. da; FRANCO, V. S. Um estudo sobre a evasão no curso de física da Universidade Estadual de Maringá: modalidade presencial versus modalidade à distância. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, v. 13, p. 337-360, 2014.

SILVÉRIO, V. R. Multiculturalismo e metamorfose na racialização: notas preliminares sobre a experiência contemporânea brasileira. In: BONELLI, M. da G.; LANDA, M. D. V. (org.). *Sociologia e Mudança Social no Brasil e na Argentina*. São Carlos: Compacta Gráfica e Editora, 2013.

SKIDMORE, T. *Preto no branco: raça e nacionalidade no pensamento brasileiro*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2012.

STENGERS, I. *A invenção das ciências modernas*. São Paulo: Editora 34, 2002.

VILLANI, A. Mestrado profissional em ensino de ciências e matemática: uma interpretação. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 11, n. esp. 1, p. 418-433, 2016.

Endereço para correspondência: Avenida Bento Gonçalves, 9500, 91501-970, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil; alan.brito@ufrgs.br