Vitruvian Cogitationes - RVC

Biologia Antirracista: sequência didática para o ensino de anemia falciforme

Biología Antirracista: secuencia didáctica para la enseñanza de la anemia falciforme

Anti-Racist Biology: didactic sequence for teaching sickle cell anemia

Bárbara Letícia de Freitas Assis
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Urutaí – IFGOIANO
e-mail: barbaralfassis@gmail.com
https://orcid.org/0009-0001-2715-4291

Alessandra Pavolin Pissolati Ferreira
Universidade Federal de Uberlândia – UFU e-mail: alepissolati@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-0442-9467

Luciana Aparecida Siqueira Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Urutaí – IFGOIANO
e-mail: luciana.siqueira@ifgoiano.edu.br
https://orcid.org/0000-0003-3732-3957

Resumo: A importância da Educação para as Relações Étnico-raciais dentro dos espaços de aprendizagem é evidenciada por pesquisas do campo, com amparo legal da Lei nº 10.639/2003. Em aliança com tal perspectiva, foi desenvolvida uma sequência didática para o ensino da anemia falciforme numa perspectiva antirracista e humanizada, tendo como base teórica a educação antirracista. A elaboração da sequência didática surgiu no contexto do Programa Residência Pedagógica, subprojeto Biologia, quando foi observado o apagamento e inviabilização de tal conteúdo nos documentos curriculares oficiais e nos livros didáticos de Biologia. Esta investigação adota uma abordagem qualitativa envolvendo: busca de elementos teóricos, observação de aulas, registro em diário de campo e a elaboração de uma sequência didática. Desse modo, contribuindo para a produção de uma Biologia outra, menos excludente, que considere a multiplicidade da vida e a diversidade dos corpos.
Palavras-chave: Ensino de Biologia; Educação antirracista; Educação das relações étnico-raciais.

Resumen: *La importancia de la Educación para las Relaciones Étnico-raciales dentro de los espacios de aprendizaje se evidencia por investigaciones en el campo, con respaldo legal de la*

Ley nº 10.639/2003. En consonancia con esta perspectiva, se desarrolló una secuencia didáctica para la enseñanza de la anemia falciforme desde una perspectiva antirracista y humanizada, teniendo como base teórica la educación antirracista. La elaboración de la secuencia didáctica surgió en el contexto del Programa Residencia Pedagógica, subproyecto Biología, cuando se observó la eliminación y la inviabilización de dicho contenido en los documentos curriculares oficiales y en los libros de texto de Biología. Esta investigación adopta un enfoque cualitativo que involucra: búsqueda de elementos teóricos, observación de clases, registro en diario de campo y la elaboración de una secuencia didáctica. De este modo, contribuyendo a la producción de una Biología alternativa, menos excluyente, que considere la multiplicidad de la vida y la diversidad de los cuerpos.
Palabras-clave: *Enseñanza de la Biología; Educación antirracista; Educación de las relaciones étnico-raciales.*

Abstract: *The importance of Education for Ethnic-Racial Relations within learning spaces is highlighted by field research, legally supported by Law nº 10,639/2003. In line with this perspective, a didactic sequence was developed to teach sickle cell anemia from an anti-racist and humanized approach, grounded in anti-racist education theory. The creation of this didactic sequence emerged within the context of the Pedagogical Residency Program, Biology subproject, when the erasure and marginalization of this content in official curricular documents and Biology textbooks were observed. This investigation adopts a qualitative approach, involving the search for theoretical elements, classroom observation, field diary recordings, and the development of a didactic sequence. In this way, it contributes to the production of an alternative Biology, one that is less exclusionary and considers the multiplicity of life and the diversity of bodies.*
Keywords: *Teaching Biology; Anti-racist education; Education of ethnic-racial relations.*

1 INTRODUÇÃO

A forma como a Ciência foi estruturada no Ocidente, no período que conhecemos como modernidade[1], teve grande influência na propagação de ideias racistas com o início do século XIX. A partir de desdobramentos da compreensão sobre evolução biológica proposta por Charles Darwin em 1871, desenvolveu-se um pensamento assentado na suposta superioridade de um certo tipo de ser humano sobre outros, baseado em argumentos científicos da época, que tentavam mostrar que características biológicas que fugissem ao padrão europeu atribuiriam menor valor aos seres humanos (Nascimento *et al*., 2019).

O conceito de raça emerge nesse contexto e como resultado da necessidade, por parte de estudiosos, de classificação dos seres. Um dos sistemas de classificação para a espécie humana foi de Linnaeus em 1758 que, por meio da publicação da 10º edição do *Systema Naturae*, categorizou hierarquicamente a espécie *Homo sapiens* em 4 tipos: Europeu, Americano, Asiático e Africano. A característica determinante usada para classificação foi o fator fenotípico de pigmentação de cor da pele, associando-a a elementos morais e psíquicos.

[1] O mito da modernidade surgiu quando a Europa comandava as rotas de comercialização da época, sendo um resultado do processo de crescimento e desenvolvimento dos países devido ao poder capitalista que estava centrado na Europa. Assim, a modernidade é uma nova forma de designar o termo capitalismo como uma junção do colonialismo e colonialidade, mas continua sendo uma imposição europeia (Dutra; Castro; Monteiro, 2019).

Os europeus *(Homo sapiens europaeus)* eram aqueles que expressavam a característica cor de pele clara e foram descritos como inteligentes, trabalhadores e afáveis, enquanto os negros *(Homo sapiens afer)* foram descritos como desleixados e leigos (Sepulveda *et al.*, 2019).

Foi a partir dessa classificação taxonômica que características morais, psíquicas e sociais foram atribuídas às diferenças fenotípicas de cor de pele, que sustentaram o uso do conceito de raça como justificativa para se colocar em prática a discriminação, exploração e dominação de povos classificados como inferiores. Vale mencionar que o conceito biológico de raça propriamente dito, foi desenvolvido por volta do século XV junto com a colonização europeia e exploração da comercialização marítima (Sepulveda *et al.*, 2019). No entanto, tal conceito, na contemporaneidade, não tem base biológica, tendo em vista que, segundo Cardoso e Rosa (2018, p. 77), "[...] os marcadores genéticos de uma determinada raça podem ser encontrados em outras e, portanto, pretos, brancos e amarelos não têm marcadores genéticos que os diferenciam enquanto raça". Ainda assim, as autoras asseveram que o conceito de raça assume aspectos sociais, uma vez que "[...] embora a distinção entre raças não tenha fundamento biológico, isto não é suficiente para extinguir o que culturalmente foi construído ao longo dos séculos, pois as raças fictícias estão no subconsciente coletivo" (Cardoso; Rosa, 2018, p. 77).

O ensino de Biologia no Brasil foi estruturado a partir de grande influência do processo de colonialidade, sendo o conhecimento transmitido por uma única visão: a eurocêntrica, assentado em saberes consolidados do campo biomédico (Siqueira Silva, 2022) e fortemente marcado pelo racismo científico[2]. O racismo científico é decorrente de uma ideia que passou a ser difundida no final do século XVIII e início do século XIX, que defende a existência de uma "[...] diferença essencial inscrita na própria natureza de grupos humanos" (Lanatte; Soares; Martins, 2021, p. 2), a partir de distorções da teoria da evolução das espécies de Charles Darwin e da hereditariedade mendeliana de Gregor Mendel. Uma das teorias que ganhou fama nesse período, e reverbera ainda hoje na criminalização de pessoas negras, foi a do italiano Cesare Lombroso que, ao publicar a obra *L'uomo Delinquente* em 1876, propôs a existência de hierarquias de tipos raciais, a partir de medidas antropométricas[3]. Com essas medidas, defendeu a existência de criminosos natos ou degenerados de modo associado ao conceito racial. Ele usou a anatomia comparada e a embriologia para alegar que, devido a crânios menores, os indivíduos criminosos teriam semelhanças anatômicas com raças humanas primitivas, sugerindo que estas possuem estruturas mais próximas aos animais do que de humanos modernos (Duarte, 1988).

No campo de produção de conhecimento no ensino de Ciências e Biologia, no Brasil contemporâneo, destacam-se pesquisadoras que combatem o racismo científico e propõem ações para a consolidação de uma educação antirracista, como Pinheiro (2023); Sepulveda e colaboradores (2022); Lopes Neto, Selles e Valiente (2022); Paiva (2019); Pinheiro e Rosa (2018). No contexto do ensino de Biologia, um exemplo clássico de racismo científico é a abordagem feita por livros didáticos com relação às pessoas que vivem com anemia falciforme (AF), condição prevalente em populações negras, que não são representadas imageticamente em tais obras (Lopes Neto; Selles; Valiente, 2022). Quando a AF foi identificada pela primeira vez no ano de 1910 pelo médico americano James B. Herriks, através da amostra de sangue de um paciente negro, a doença começou a possuir um caráter de doença racial exclusiva das pessoas negras. Isso porque houve um constante aumento de estudos relacionados à AF na

[2] Trata-se de uma crença pseudocientífica na existência de supostas evidências empíricas que sustentam ou legitimam a discriminação racial, bem como a ideia de superioridade ou inferioridade entre diferentes grupos raciais (Santos; Silva, 2018).

[3] De acordo com INBRAEP (2022), antropometria é um campo de estudos inserido nas Ciências Biológicas, que estuda as dimensões do corpo humano determinando, por exemplo, o tamanho físico de uma população.

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 5, n. 2, e024006, 2024 │ISSN 2675-9616
DOI: https://doi.org/10.4025/rvc.e024006

comunidade médica, focados apenas nas pessoas negras. Assim, a partir desse momento, houve a associação da AF às pessoas negras, fazendo-se acreditar que apenas negros poderiam apresentar esta condição (Carmo; Almeida; Artega, 2013).

Porém, foi comprovado que a AF pode ser desenvolvida por qualquer pessoa e que existe um motivo para que a população africana apresentasse uma taxa maior de pessoas acometidas pela doença. O motivo pode ser explicado por um processo evolutivo da seleção natural, no qual indivíduos portadores da AF, ou do traço falciforme, tinham menos chances de desenvolver a malária, sendo esta doença característica de regiões da África Central e Ocidental, região mediterrânea (sul da Itália, Grécia, Turquia), Península Arábica e Índia (Cavalcanti, 2007; Laguardia, 2006). Como a malária tem altos índices de letalidade, se o paciente não tiver acesso a tratamentos medicamentosos, as pessoas com AF, sendo imunes à malária, têm maior sobrevida nessas regiões específicas, o que faz com que os genes determinantes da AF sejam selecionados e passem às próximas gerações. Esse fato levou a um aumento de pessoas com AF em regiões onde a malária torna-se prevalente e não tratada. Assim, a AF tem relação com a distribuição geográfica em que o mosquito transmissor da malária se encontra e não com raça e cor de pele das pessoas acometidas (Cavalcanti, 2007; Laguardia, 2006). Como parte constituinte do processo de colonização do continente americano, a diáspora africana trouxe pessoas que foram escravizadas, o que aumentou os índices de AF no Brasil (Cavalcanti, 2007).

A partir dessas constatações, defendemos a necessidade da mobilização de discussões, no contexto de cursos de formação inicial docente, em torno do desenvolvimento de modos de ensino de Biologia que busquem garantir visibilidade a conhecimentos invisibilizados, desconstruir esse sistema de imposição e desenvolver ideias antirracistas em salas de aulas (Dutra; Castro; Monteiro, 2019). Essa proposta se justifica pelos achados de Rodrigues, Barbosa e Ribeiro (2022) que empreenderam uma análise bibliométrica da produção científica sobre a educação das relações étnico-raciais, tendo analisado um total de 2.916 artigos, publicados nos últimos 20 anos. As pesquisadoras, ao categorizarem o corpus investigativo, identificaram que, na maioria dos textos analisados, o foco está na discussão sobre como o aprimoramento da formação de professores pode ampliar a valorização da diversidade e a compreensão das relações raciais. Segundo as autoras, a partir de suas análises, ficou evidente uma preocupação com a falta de preparo dos educadores para lidar com questões raciais, enfatizando a importância de atitudes apropriadas por parte dos professores. Para elas, nos artigos enquadrados nessa categoria "[...] há uma clara denúncia dos efeitos do silenciamento dos docentes frente às ações de racismo na escola, sendo tal silenciamento um agravante a dificultar a permanência e o êxito de estudantes negros" (Rodrigues; Barbosa; Ribeiro, 2022. p. 15).

Por meio das lutas de movimentos sociais e de intelectuais, para que houvessem avanços na legislação no sentido da implementação de ações de promoção de igualdade racial no Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996), foi alterada pela Lei 10.639/2003, passando a estabelecer a obrigatoriedade do ensino sobre história e cultura afro-brasileira na Educação Básica (Brasil, 2003). A promulgação dessa lei foi um marco histórico para o trabalho de conteúdos sobre relações étnico-raciais no contexto escolar, tendo agora a obrigatoriedade de abordar a história da África e dos povos africanos e desenvolver atividades sobre o Dia Nacional da Consciência Negra em instituições de ensino públicas e privadas. A alteração dessa legislação levou ao reconhecimento da necessidade de ensinar sobre as raízes da população brasileira em uma perspectiva racial, bem como a inclusão das dimensões étnico-raciais nas políticas de planejamento escolar, além de mobilizar o combate das práticas racistas em ambiente escolar. Também promoveu a necessidade da inserção de abordagens antirracistas nos livros didáticos, através Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o desenvolvimento

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 5, n. 2, e024006, 2024 │ISSN 2675-9616
DOI: https://doi.org/10.4025/rvc.e024006

de metodologias de ensino não discriminatórias e o aumento de pesquisas referentes à educação antirracista[4] (Gomes; Jesus, 2013; Dias, 2004).

No entanto, para Pinheiro e Rosa (2018, p. 15), "[...] desde a sua promulgação, tal legislação não foi capaz de intervir na realidade no contexto das salas de aula brasileiras, onde o estudo da trajetória da população negra no Brasil se restringia às discussões estereotipadas da escravidão". Nesse sentido, defendemos que o ensino de Biologia seja feito de modo comprometido ao cumprimento da Lei 10.639/2003, não se restringindo às abordagens estritamente biomedicalizadas, buscando romper com as práticas de racismo estrutural[5] (Almeida, 2019) e de racismo institucional[6] (Bento, 2022) no Brasil. Desse modo, propomos, por meio deste trabalho, desenvolver uma sequência didática (SD) para o ensino de AF no Ensino Médio, numa perspectiva antirracista. A educação antirracista visa criar possibilidades de ensino e aprendizagem que combatam o racismo e promovam a igualdade racial, problematizando as estruturas e práticas discriminatórias presentes nas escolas, livros didáticos, e apresentando uma legitimação do conhecimento e pertencimento cultural por meio da conscientização crítica sobre as formas de racismo (estrutural, recreativo, científico, subjetivos); adoção de atitudes que combatem os preconceitos raciais; desenvolvimento de currículos que abarquem conhecimentos étnicos e discutam a invisibilidade de grupos minorizados socialmente; promoção da representatividade na comunidade escolar e em modelos e explicações didáticas; educação não violenta; desconstrução de estereótipos; respeito aos direitos humanos e à diversidade cultural. Nesse sentido, há intencionalidade de desvincular a noção desta doença exclusivamente às pessoas negras, no sentido de criar possibilidades de ensino e aprendizagem que combatam o racismo e promovam a igualdade racial, problematizando as estruturas e práticas discriminatórias presentes nas escolas.

Como objetivo geral da SD, buscamos contribuir para a compreensão da AF, considerando seus aspectos biológicos e problematizando a relação historicamente estabelecida entre a mutação genética determinante da referida condição e o conceito biológico de raça. Para tanto, a sequência tem como objetivos específicos: (i) compreender as funções e a estrutura das hemácias; (ii) identificar a estrutura da hemoglobina, bem como sua função no transporte de oxigênio; (iii) entender como ocorre a mutação genética, com a consequente substituição do ácido glutâmico por valina na hemoglobina, bem como as consequências dessa substituição para a estrutura e função da molécula; (iv) compreender de que modo essa mutação ocasiona a alteração na estrutura das hemácias e como essas alterações impactam o organismo; (v) produzir problematizações acerca da relação estabelecida entre AF e doença racial.

2 PERCURSO METODOLÓGICO

No processo de elaboração deste trabalho, foram realizadas leituras aprofundadas de referenciais teóricos relacionados à temática da educação e do ensino de Biologia antirracista

[4] Como elucida Pinheiro (2023), educação antirracista é um movimento de transformação social atrelado ao sistema educacional que busca combater o racismo, sendo este um sistema de opressão com o grupo negro e que beneficia pessoas brancas. É um modo de ensino que busca valorizar outras formas de ensino, dando abertura para práticas que antes foram vítimas do epistemicídio que ocorreu no continente africano e no Brasil.

[5] Racismo estrutural é uma forma de racismo que está enraizada e disfarçada na própria estrutura da sociedade brasileira, que busca beneficiar a parcela branca do país e segregar a população negra através de atos discriminatórios por meio de leis, saúde, educação e mercado de trabalho (Almeida, 2019).

[6] Racismo institucional é um conjunto de práticas racistas criado por personalidades brancas do século XIX que buscavam manter os privilégios da branquitude. Assim não dando chance e espaço para que população negra buscasse melhores condições de vida, sendo estes segregados e discriminados por causa do passado do povo negro (Bento, 2022).

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 5, n. 2, e024006, 2024 | ISSN 2675-9616
DOI: https://doi.org/10.4025/rvc.e024006

(Pinheiro, 2023; Lopes Neto; Selles; Valiente, 2022; Bento, 2022; Rodrigues; Barbosa; Ribeiro, 2022; Lanatte; Soares; Martins, 2021; Dutra; Castro; Monteiro, 2019; Nascimento *et al*., 2019; Sepulveda *et al*., 2019; Almeida, 2019; Cardoso; Rosa, 2018; Pinheiro, 2018; Cavalcanti, 2007; Carmo; Almeida; Altega, 2013; Gomes; Jesus, 2013; Pelúcio, 2012; Laguardia, 2006) , bem como a consulta a documentos curriculares oficiais em âmbito nacional (Brasil, 2018) e estadual (Goiás, 2018). Também foi necessária a aproximação com as discussões recentes relacionadas à educação *maker*[7] para a construção do modelo didático utilizado na composição da sequência didática.

Elaboramos uma proposta de ensino para a abordagem da AF que busque romper com os estereótipos de racialização da AF, bem como promover o ensino humanizado e inclusivo da referida temática. A necessidade da elaboração da SD surgiu a partir da etapa de observação, para a construção do diagnóstico da realidade escolar, no contexto do Programa Residência Pedagógica, subprojeto Biologia, quando foi observado o apagamento e invisibilização dessa temática nos documentos curriculares oficiais como BNCC e Documento Curricular de Goiás (Brasil, 2018; Goiás, 2018).

3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE AF NUMA PERSPECTIVA ANTIRRACISTA: A MATERIALIZAÇÃO DAS IDEIAS

3.1 MOMENTO 1: COMPREENDENDO A FUNÇÃO E A ESTRUTURA DAS HEMÁCIAS

Será explicado, por meio de aula expositiva dialogada que as hemácias, ou glóbulos vermelhos, são células produzidas na medula óssea, sendo as células sanguíneas mais numerosas e que possuem uma grande quantidade de hemoglobina. Sendo uma pequena célula com formato de disco bicôncavo e anucleada, essa característica de não possuir núcleo, deixa mais espaço para a hemoglobina. A sua função é de transporte de oxigênio (O_2) dos pulmões para todas as células do corpo e coleta de gás carbônico (CO_2) produzido pelas células, levando-os até os pulmões e liberando-os na expiração. A sua estrutura em formato arredondado lhe permite maior flexibilidade de movimento no interior dos vasos sanguíneos, fazendo com que o transporte de oxigênio aconteça (Reece *et al*., 2015).

Nesse momento inicial, além do uso de modelo didático 3D, também serão usados slides, como um recurso para guiar a discussão e a exposição de imagens mais detalhadas, bem como o uso de vídeo ilustrativo sobre hemácias[8].

3.2 MOMENTO 2: IDENTIFICANDO A ESTRUTURA DA HEMOGLOBINA E SUA FUNÇÃO NO TRANSPORTE DE OXIGÊNIO

Para o segundo momento, serão trabalhados, por meio de uma aula expositiva dialogada, os seguintes temas: o que é a hemoglobina, qual sua função e quais são seus níveis de organização estrutural. Segundo Reece e colaboradores (2015, p.82), o estudo das quatro subunidades polipeptídicas da hemoglobina (Figura 1) é importante, pois consideram que é por meio dessas subunidades que será possível compreender como é formada a hemoglobina e como ocorre o processo de mutação que resulta na célula falciforme.

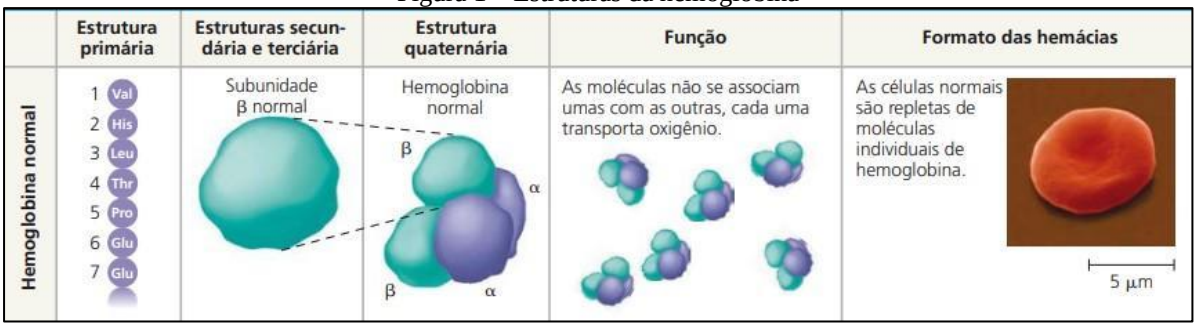
[7] A educação *maker* é uma abordagem filosófica que tem como princípio básico o "*Do It yourself*" consistindo em deixar o ambiente de ensino mais dinâmico para promover aulas ativas e experimentais que coloquem o aluno como central para o processo de ensino-aprendizagem (Raabe; Gomes, 2018).

[8] Vídeo disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=VXmWt0isIns

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 5, n. 2, e024006, 2024 │ISSN 2675-9616
DOI: https://doi.org/10.4025/rvc.e024006

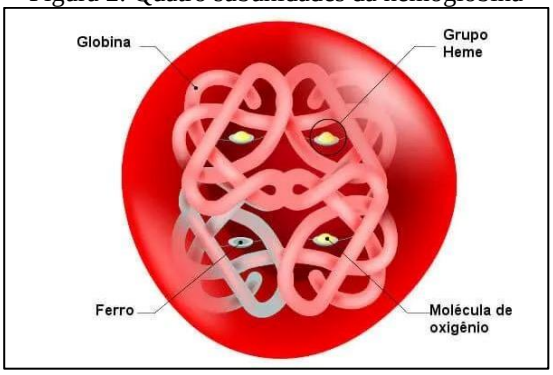
A hemoglobina é uma proteína que está presente no interior das hemácias, sendo responsável por conferir a pigmentação vermelha ao sangue, pela captura e transporte de oxigênio (O_2) pelo sangue. Ela possui quatro subunidades polipeptídicas (Figura 2), sendo que em cada uma das subunidades possui um radical chamado de grupo heme, que não é considerado elemento polipeptídico. Para cada subunidade, temos também quatro moléculas que ferro, que estão inseridas ao grupo heme, de modo que o oxigênio (O_2) se liga a esta molécula, sendo transportado pelos vasos sanguíneos (Reece *et al*., 2015).

Figura 1 – Estruturas da hemoglobina



Fonte: Reece *et al*., (2015, p. 82).

Figura 2: Quatro subunidades da hemoglobina



Fonte: https://brasilescola.uol.com.br/biologia/hemoglobina.htm. Acesso em: 08 jan. 2024.

Para encerrar esse momento, propomos a realização do jogo descrito na atividade 1 para entender como ocorre a mutação do gene da globina beta da hemoglobina.

Atividade 1: entendendo como ocorre a mutação genética, bem como as consequências dessa substituição para a estrutura da hemoglobina e função da molécula

Para a parte final do encontro, será adotada uma estratégia de metodologia ativa com o uso de um jogo didático para dar materialidade ao processo de substituição do ácido glutâmico pela valina durante a síntese proteica resultando na AF. O referido jogo foi elaborado a partir

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 5, n. 2, e024006, 2024 │ISSN 2675-9616
DOI: https://doi.org/10.4025/rvc.e024006

da seguinte questão: o que aconteceria se fosse substituída uma base nitrogenada na sequência primária de aminoácido?

O jogo tem como objetivo entender como ocorre a mutação genética que gera a AF, de modo claro e objetivo, de modo que o estudante compreenda o processo. Antes do início do jogo, o professor deverá disponibilizar a tabela do código genético[9], assim como a cartela do jogo (Figura 3[10]), para cada um dos grupos. Para a realização do jogo, a turma deverá ser dividida em dois grupos, sendo que cada grupo irá utilizar a cartela para visualizar como ocorre a síntese proteica da hemoglobina do tipo A e do tipo S.

O desenvolvimento deste material teve inspiração no jogo do códon de Nonohay e colaboradores (2021), em que os estudantes combinam e manipulam peças em posições específicas, até formarem a sequência de síntese proteica correspondente ao objetivo, buscando entender quais consequências a troca de uma base nitrogenada pode causar.

Após a realização do jogo, será realizada uma discussão a partir de questões mobilizadoras, para problematizar as consequências dessa substituição para a estrutura e função da molécula. As questões a serem utilizadas para mediar as discussões serão as seguintes:

1. O que pode ter alterado na hemoglobina após a substituição da base nitrogenada?
2. Como a substituição do ácido glutâmico pela valina influenciou na estrutura da hemácia?
3. A função da hemoglobina pode ter sido alterada?
4. Como tal alteração tem relação com a estrutura da hemoglobina?

[9] Disponível em: https://pt.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/translation/a/the-genetic-code-discovery-and-properties.

[10] A imagem pode ser ampliada, para melhor visualização por parte dos participantes.

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 5, n. 2, e024006, 2024 │ISSN 2675-9616
DOI: https://doi.org/10.4025/rvc.e024006

Figura 3 – Cartela do jogo

Jogo dos Códons

Regras

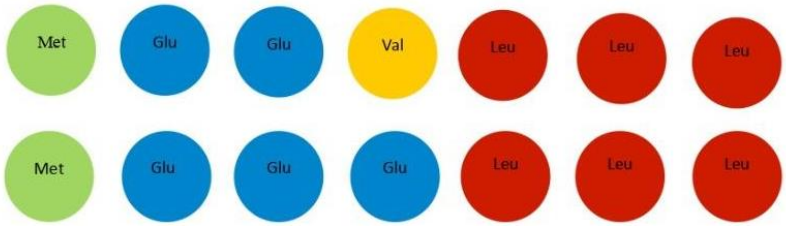
Realize a transcrição das bases nitrogenadas que compõem a sequência de DNA da hemoglobina e descubra em qual posição ocorre a substituição das bases nitrogenadas.

HEMÁCIA TÍPICA

DNA	ATG	GAG	GAG	CTC	CTC	CTC	GAG
mRNA transcrito							
tRNA Anticódon							
Aminoácido							

HEMÁCIA FALCIFORME

DNA	ATG	GAG	GAG	CTC	CTC	CTC	GTG
mRNA transcrito							
tRNA Anticódon							
Aminoácido							



Fonte: Autoras (2024).

Para a utilização da cartela, a proposta é que os estudantes recortem os círculos correspondentes aos aminoácidos e, a partir da consulta na tabela do código genético (que deverá ser disponibilizada de modo impresso), procedam com a montagem das sequências de aminoácidos que constituem a hemoglobina na hemácia típica e na falciforme.

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 5, n. 2, e024006, 2024 │ISSN 2675-9616
DOI: https://doi.org/10.4025/rvc.e024006

3.3 MOMENTO 3: COMPREENDENDO DE QUE MODO A MUTAÇÃO OCASIONA ALTERAÇÃO NA ESTRUTURA DAS HEMÁCIAS E COMO ESSAS ALTERAÇÕES IMPACTAM O ORGANISMO

Será abordado nesse momento como a mutação altera a estrutura da hemoglobina, resultando na formação da hemácia falciforme. A anemia falciforme é uma condição genética caracterizada pela mutação no alelo beta[s] na molécula da hemoglobina do tipo A, que são as hemoglobinas consideradas típicas, ocorrendo a substituição do ácido glutâmico pela valina durante o processo de síntese proteica. A referida alteração ocorre na estrutura primária da proteína da hemoglobina. As moléculas da hemoglobina acabam se cristalizando e gerando hemácias em formato de foice, fazendo assim, com que a função das hemácias no transporte de oxigênio do pulmão para as células do corpo seja comprometida. A hemoglobina resultante da mutação será chamada de hemoglobina S, que é responsável pela anemia falciforme, sendo esta uma hemoglobinopatia (Nascimento *et al*., 2019; Cavalcanti, 2007; Guedes; Diniz, 2007).

Essa mutação faz com que ocorra uma alteração na estrutura das hemácias, resultando assim na sua forma de foice, o que explica o termo falciforme (hemácias em forma de foice). Devido à alteração do formato da hemoglobina, o transporte de oxigênio para as células é comprometido, já que essa alteração no formato das hemácias gera vários sintomas como obstrução dos vasos sanguíneos, crises de dores, acidente vascular cerebral, maior chance de infecções e até a morte (Nascimento *et al*., 2019; Cavalcanti, 2007; Guedes; Diniz, 2007). Existem as pessoas que possuem o traço falciforme, sendo uma heterozigose entre hemoglobina do tipo A e hemoglobina do tipo S, sendo chamada assim de hemoglobina do tipo AS, em que a pessoa acaba herdando o gene da hemoglobina S de um de seus genitores, que são precursores assintomáticos de um único gene. É importante ressaltar que o traço falciforme não é considerado uma doença, tendo em vista que a pessoa possui metade da característica da hemoglobina S e não está sujeita aos mesmo sintomas que uma pessoa com anemia falciforme (Guedes; Diniz, 2007; Laguardia, 2006).

De acordo com o Ministério da Saúde, no Brasil a estimativa de pessoas com AF é de 60 mil a 100 mil e o registro de novos casos do traço falciforme foi de 60.094 no ano de 2020. No Brasil, somente no ano de 2005, foi instituída uma Política Nacional de Atenção Integral às Pessoas com Doença Falciforme, apoiada "[...] na promoção, na prevenção, no diagnóstico precoce, no tratamento e na reabilitação de agravos à saúde, articulando as áreas técnicas cujas ações têm interface com o atendimento hematológico e hemoterápico" (Brasil, 2005). Considerando que a AF foi descrita pela primeira vez em 1910 (Carmo; Almeida; Altega, 2013), essa política aconteceu tardiamente em nosso país, o que deixou muitas pessoas sem acesso ao tratamento de uma alteração que pode causar sofrimento e morte de populações em situação de maior vulnerabilidade. Em consequência do racismo estrutural do Brasil (Almeida, 2019), populações negras certamente foram as mais prejudicadas pela falta de assistência adequada às necessidades das pessoas com AF.

Para explicar sobre essa alteração no processo de transporte de oxigênio (O_2) no sangue, será utilizado um modelo didático de impressão 3D de um vaso sanguíneo, hemácias normais e hemácias falciforme como mostra a Figura 4, além de um vídeo explicativo[11]. O referido modelo didático foi produzido a partir da utilização de impressoras 3D do *Lab IFMaker*, que foi detalhado no Trabalho de Conclusão de Curso da primeira autora (Assis, 2024)[12].

[11] Vídeo disponível em: https://darwinianas.com/2017/10/03/vamos-conversar-sobre-raca/

[12] Trabalho de Conclusão de Curso disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4308

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 5, n. 2, e024006, 2024 │ISSN 2675-9616
DOI: https://doi.org/10.4025/rvc.e024006

Figura 4 - Modelo didático de impressão 3D de vaso sanguíneo, hemácias normais e hemácias falciformes

Fonte: Elaboração das autoras.

Devido à alteração da estrutura da hemoglobina, as hemácias acabam tendo dificuldade em se mover dentro dos vasos sanguíneos. A sua forma de foice não possui maleabilidade o suficiente para se modificar dentro dos estreitos capilares sanguíneos, ficando presas em alguns locais e levando à obstrução dos vasos sanguíneos[13]. Dessa forma, o oxigênio (O_2) não é transportado adequadamente, o que pode gerar graves crises de dores em quem é acometido pela doença (Laguardia, 2006). Além das crises de dores, a pessoa com AF apresenta outros sintomas, como redução na quantidade de hemoglobinas, acidente vascular cerebral, doença renal, ossos deficientes, priapismo[14], dactilite[15] e complicações na visão (Cavalcanti, 2007). Após compreender o que são hemácias e hemoglobinas, a sua importância para o organismo humano, como a AF acontece e quais seus impactos para o organismo de quem possui tal doença, propomos como parte final para essa atividade, problematizar a racialização de AF através da atividade 2.

3.4 MOMENTO 4: COMPREENDENDO O CONCEITO BIOLÓGICO DE RAÇA E PROBLEMATIZANDO A RELAÇÃO ENTRE AF E O CONCEITO DE RAÇA

Para esse momento serão feitas as seguintes discussões: história do surgimento do conceito de raça como um constructo social, a fim de compreender o seu impacto para a ciência e sociedade contemporânea e origem e motivações para a racialização da AF. Tal discussão se guiará através da modalidade didática (Krasilchik, 1996) chamada de técnica Phillips 66 (Silva, 2017), que

> [...] consiste em dividir uma turma em 6 grupos, distribuir para cada um dos grupos um texto contendo uma situação-problema, de modo que cada um dos grupos tenha um tempo de 6 minutos para discutir entre si, tentando encontrar uma solução para a situação apresentada. Depois, são atribuídos números de 1 a 6 para cada um dos membros dos grupos, que são reorganizados de modo a formar novos grupos compostos apenas por integrantes com números iguais. Nessa etapa, cada aluno explica para seus colegas sobre o que seu tema falava e qual foi seu problema. Na última parte da dinâmica, acontece uma discussão geral sobre todos os temas e o que os alunos entenderam (Assis; Siqueira Silva, 2024, p. 3).

[13] Sugestão do uso de imagem dos vasos sanguíneos obstruídos, que está disponível em: https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-sudeste/hc-ufu/comunicacao/noticias/dia-mundial-de-conscientizacao-sobre-a-doenca-falciforme. Acesso em: 08 jan. 2024.

[14] O priapismo é uma ereção prolonga involuntária do pênis devido à dificuldade de passagem do sangue pelos vasos que fazem o sangue ficar preso no tecido erétil do pênis.

[15] A dactilite é uma inflamação nos dedos das mãos e pés que afeta no seu movimento.

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 5, n. 2, e024006, 2024 | ISSN 2675-9616
DOI: https://doi.org/10.4025/rvc.e024006

Os textos mobilizadores das discussões serão os seguintes: “Vamos conversar sobre raça[16]”, “Existem raças humanas?[17]” e “Doença falciforme: uma doença racial?[18]”. Para cada um dos textos, foram elaboradas questões orientadoras para discussão em grupo (Quadro 1).

Quadro 1: Questões mobilizadoras das discussões

Vamos conversar sobre raça? ● Como as categorias raciais foram utilizadas ao longo da história para justificar a opressão e a discriminação? ● O texto convida à reflexão sobre o papel de cada indivíduo e da sociedade como um todo no combate ao racismo. Quais são as nossas responsabilidades individuais e coletivas nesse processo?
Existem raças humanas? ● De que forma a construção social da raça foi utilizada ao longo da história para justificar a opressão e a discriminação racial? ● Como podemos promover o pensamento crítico e o senso científico para combater o racismo e outras formas de discriminação?
Doença falciforme: uma doença racial ● Como se originou a racialização da anemia falciforme? ● É correto afirmar que a anemia falciforme possui origem multicêntrica?

Fonte: Elaboração das autoras.

Entendendo que o ensino de Biologia precisa estar comprometido com as questões que vão além dos aspectos biológicos, reconhecendo as desigualdades históricas e sociais, considerando os aspectos bio-psico-sociais, é preciso extrapolar os conceitos e processos biológicos até aqui evidenciados pela SD proposta, sendo urgente que os atravessamentos com o conceito de raça sejam considerados na abordagem da AF.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de elaboração da SD, envolveu um mergulho na produção bibliográfica sobre educação antirracista, AF, Educação *Maker*, com impressão em 3D de um modelo didático foi (in)tenso. A cada leitura, novos desafios se descortinavam diante de nossos olhos, dentre os quais podemos destacar: a compreensão dos conceitos teóricos envolvendo a educação antirracista, a elaboração da SD e o processo de produção do modelo didático tridimensional. Mas o compromisso com a produção de uma Biologia menos excludente, que considere a multiplicidade da vida e a diversidade dos corpos, nos movia e nos dava ânimo para seguirmos.

Ao nos lançarmos na produção dessa SD, buscamos tensionar os modos de se aprender e ensinar Biologia calcados em determinismos e ideologias excludentes e defendemos a produção de uma Biologia voltada à transformação da sociedade e superação do racismo que ela, outrora, ajudou construir. Intencionamos que essa SD seja utilizada de modo plural, podendo ser adaptada a diversas realidades e níveis de ensino, desde as salas de aula da Educação Básica, aos cursos de formação inicial e continuada de docentes, dando-nos a esperança de que uma

16 https://darwinianas.com/2017/10/03/vamos-conversar-sobre-raca/

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

18 https://sarahbaartman.pro.br/wp-content/uploads/2021/07/TEXTO_1_FUNDAMENTOS_ANEMIA.pdf

Vitruvian Cogitationes, Maringá, v. 5, n. 2, e024006, 2024 │ISSN 2675-9616
DOI: https://doi.org/10.4025/rvc.e024006

Educação em Biologia Antirracista seja produzida em múltiplos contextos, nesse país tão marcado pelas dores do racismo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. **Racismo estrutural**. São Paulo: Jandaíra, 2019.

ASSIS, B. L. F. **Biologia antirracista**: sequência didática para o ensino de anemia falciforme. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Urutaí, GO, 2024. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4308 . Acesso em: 9 set. 2024.

ASSIS, B. L. F.; SIQUEIRA SILVA, L. A. Uma proposta de ensino de ciências antirracista no contexto do estágio curricular supervisionado. *In:* ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 6., 2024. Uberaba. **Anais** [...]. Uberada: Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2023.

BENTO, C. **O pacto da branquitude**. São Paulo: Companhia das Letras, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: MEC, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm . Acesso em: 11 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei Nº 10.639, de 09 de janeiro de 2003**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira", e dá outras providências. Brasília, DF: MEC, 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.639.htm . Acesso em: 11 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Governo Federal reforça necessidade do diagnóstico precoce da Doença Falciforme. **Ministério da Saúde**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/junho/governo-federal-reforca-necessidade-do-diagnostico-precoce-da-doenca-falciforme . Acesso em: 16 jun. 2024.

CARDOSO, S. M. B.; ROSA, I. S. C. A cor da sua pele faz alguma diferença? Uma proposta de ensino interdisciplinar antirracista a partir do estudo da melanina. *In:* PINHEIRO, B. C. S.; ROSA, K. (org.). **Descolonizando saberes**: a lei 10639/2003 no ensino de Ciências. São Paulo: Livraria da Física, 2018. p. 75-88.

CARMO, J. S.; ALMEIDA, R. O.; ARTEGA, J. S. Abordagens de AF em livros didáticos de biologia: em foco racismo científico e informações estigmatizantes relacionadas à doença. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. Águas de Lindóia. **Anais** [...]. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013.

CAVALCANTI, J. M. **Doença, sangue e raça**: o caso da AF no Brasil, 1933-1949. 2007. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e da Saúde) – Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.

DIAS, L. R. Quantos passos já foram dados? A questão de raça nas leis educacionais: da LDB de 1961 à Lei 10.639. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v. 38, p. 1-16, 2004.

DUARTE, E. C. P. **Criminologia e racismo**: introdução ao processo de recepção das teorias criminológicas no Brasil. 1988. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1988.

DUTRA, D. S. A.; CASTRO, D. J. F. A; MONTEIRO, B. A. P. Educação em Ciências e decolonialidade: em busca de caminhos outros. *In:* MONTEIRO, Bruno Andrade Pinto *et al*. (org.). **Decolonialidade na Educação em Ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019. p. 2-17.

GOIÁS. **Documento Curricular para Goiás** (DC-GO). Goiânia: CONSED/ UNDIME Goiás, 2018. Disponível em: https://cee.go.gov.br . Acesso em: mai. 2023.

GOMES, N. L.; JESUS, R. E. As práticas pedagógicas de trabalho com relações étnico-raciais na escola na perspectiva de Lei 10.639/2003: desafios para a política educacional e indagações para a pesquisa. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 47, p. 19-33, 2013.

GUEDES, C.; DINIZ, D. Um caso de discriminação genética: o traço falciforme no Brasil. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 501-520, 2007.

INBRAEP - Instituto Brasileiro de Ensino Profissionalizante (Brasil). **O que é Antropometria?** Santa Catarina: Equipe INBRAEP, 26 de setembro de 2022. Disponível em: https://inbraep.com.br/publicacoes/o-que-e-antropometria/ . Acesso em: 2 de jan. de 2024.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 3. ed. São Paulo: Harbra, 1996.

LAGUARDIA, J. No fio da navalha: AF, raça e as implicações no cuidado à saúde. **Revista Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 243-262, 2006.

LANATTE, Y.; SOARES, S. K.; MARTINS, I. Racismo científico e ensino de ciências: uma revisão bibliográfica. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2021, On-Line. **Anais eletrônicos** [...]. [S. l.]: ABRAPEC, 2021. p. 1-8. Enpec em Redes. Disponível em: https://editorarealize.com.br/edicao/detalhes/anais-do-xiii-encontro-nacional-de-pesquisa-em-educacao-em-ciencias . Acesso em: 6 set. 2024.

LOPES NETO, J.; SELLES, S. E.; VALIENTE, C. Ensino de biologia e racismo: representações de corpos negros em coleções didáticas de ciências da natureza e suas tecnologias. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, Florianópolis, v. 15, nesp. 2, p. 831–852, nov. 2022. https://doi.org/10.46667/renbio.v15inesp2.746

NASCIMENTO, L. M. M.; SEPULVEDA, C. A. S.; EL-HANI, C. N.; ARTEAGA, J. M. S. Princípios de planejamento de uma Sequência Didática sobre a racialização da Anemia Falciforme. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12., 2019, Natal. **Anais** [...]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

NONOHAY, J. S.; COSTA, A. M.; SILVA, J. S.; SILVA, P. A. K. X. M. O Jogo dos Códons. **Genética na escola**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 228–239, jun. 2021. https://doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2021.378

PAIVA, A. S. **Princípios de design para o ensino de biologia celular**: pensamento crítico e ação sociopolítica inspirados no caso de Henrietta Lacks. 2019. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2019.

PELÚCIO, L. Subalterno quem, cara pálida? Apontamentos às margens sobre pós-colonialismos, feminismos e estudos queer. **Contemporânea-Revista de Sociologia da UFSCar**, São Carlos, v. 2, n. 2, p. 395-395, dez. 2012. Disponível em: https://www.contemporanea.ufscar.br/index.php/contemporanea/article/view/89 . Acesso em: 6 set. 2024.

PINHEIRO, B. C. S. **Como ser um educador antirracista**. São Paulo: Planeta do Brasil, 2023.

PINHEIRO, B. C. S.; ROSA, K. (org.). **Descolonizando saberes**: a lei 10639/2003 no ensino de Ciências. São Paulo: Livraria da Física, 2018. v. 2. 273p.

RAABE, A. GOMES, E. B. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, Minas Gerais, v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018. Disponível em: https://tecedu.pro.br/ano10-numerovol26-edicao-tematica-viii/ . Acesso em: 6 set. 2024.

REECE, J.; URRY, L.; CAIN, M.; WASSERMAN, S.; MINORSKY, P.; JACKSON, R. **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 1417.

RODRIGUES, L. A. M. S.; BARBOSA, M. L. O.; RIBEIRO, C. M. Mapeando a pesquisa em educação das relações étnico-raciais. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 52, p. 25, e07753, 2022. https://doi.org/10.1590/198053147753

SANTOS, R. A.; SILVA, R. M. N. B. Racismo científico no Brasil: um retrato racial do Brasil pós-escravatura. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 34, n. 68, p. 253-268, abr. 2018. https://doi.org/10.1590/0104-4060.53577 .

SEPULVEDA, C.; LIMA, D. B.; RIBEIRO, M. G.; ARTEAGA, J. M. S. Variabilidade humana, raça e o debate sobre cotas raciais em universidades públicas: articulando ensino de genética à educação em direitos humanos. *In:* TEIXEIRA, P. P.; OLIVEIRA, R. D. O. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. (org.). **Conteúdos cordiais**: Biologia humanizada para uma escola sem mordaça. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019. p. 85-105.

SILVA, R. C. **A biologia em sala de aula**: um estudo de caso sobre modalidades didáticas, o professor e sua práxis. 2017. Dissertação (Programa de Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017.

SIQUEIRA SILVA, L. A. **Intersexualidade e corpos intersexo em livros didáticos de Biologia (PNLD 2012-2018)**. 2022. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

Submetido em: 04/06/24
Aprovado em: 10/06/24
Publicado em: 25/10/24

Todo o conteúdo deste periódico está sob uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, exceto onde está indicado o contrário.