ROSALIND FRANKLIN EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: DIÁLOGOS SOBRE MULHERES, GÊNERO E CIÊNCIA

ROSALIND FRANKLIN IN BIOLOGY TEXTBOOKS: DIALOGUES ON WOMEN, GENDER, AND SCIENCE

ROSALIND FRANKLIN EN LOS LIBROS DE TEXTO DE BIOLOGÍA: DIÁLOGOS SOBRE MUJERES, GÉNERO Y CIENCIA

Alessandra Pavolin Pissolati Ferreira[1]
Elenita Pinheiro de Queiroz Silva[2]

RESUMO
O trabalho tem como objetivo, a partir de registros da cientista Rosalind Franklin e de sua contribuição para a descrição da estrutura da molécula do ácido desoxirribonucleico (DNA) em livros didáticos de Biologia presentes em escolas públicas brasileiras, pensar nos atravessamentos mulheres, gênero, ciência e educação. Do ponto de vista teórico-metodológico, este artigo foi elaborado em diálogo com os estudos feministas e estudos que articulam o pensamento de Foucault e Educação. Os documentos tomados para análise são 4 quatro coleções de livros didáticos de livros de biologia aprovadas nos editais de 2012 a 2018 do Programa Nacional do Livro e Material Didático. A presença do trabalho da cientista e sua posição como sujeito cognoscente não é mencionada em apenas um dos livros. Os livros acionam saberes sobre gênero e ciência para reiterar o caráter humano e social do conhecimento científico ora ecoando continuidades e ora provocando deslocamentos com uma história falocêntrica da ciência.
PALAVRAS-CHAVE: gênero e ciência; mulheres na ciência; livros didáticos de Biologia; educação em ciências.

ABSTRACT
The objective of this research is to explore the intersections of women, gender, science, and education by examining the portrayal of Rosalind Franklin and her contributions to the elucidation of the structure of the Deoxyribonucleic Acid (DNA) in Biology textbooks utilized in Brazilian public schools. The theoretical and methodological framework of this article is grounded in dialogue with feminist studies and studies that integrates the perspectives of Foucault and Education. The primary sources under scrutiny encompass four collections of biology textbooks approved by the National Textbook Program (PNLD) in 2012, 2015, and 2018. Notably, one of the four collections analyzed does not acknowledge Franklin's scientific endeavors. By presenting Rosalind Franklin as an epistemic subject, the textbooks invoke discourses on gender and science to underscore the inherently human and socially constructed nature of scientific knowledge, thereby either perpetuating established narratives or challenging the androcentric historiography of science.
KEYWORDS: gender and science; women in science; Biology textbooks; science education.

RESUMEN
El propósito de este estudio es reflexionar sobre las intersecciones entre mujeres, género, ciencia y educación a partir de los registros de la científica Rosalind Franklin y su contribución a la descripción de la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN) en los libros de texto de Biología utilizados en las escuelas públicas brasileñas. Desde un enfoque teórico-metodológico, este artículo se ha desarrollado en diálogo con los estudios feministas y las investigaciones que integran el pensamiento de Foucault y la educación. Los documentos seleccionados para el análisis son cuatro colecciones de libros de texto de Biología aprobadas en las convocatorias del Programa Nacional de Libros y Material Didáctico entre 2012 y 2018. La presencia del trabajo de la científica y su posición como sujeto cognoscente no se mencionan en uno solo de los libros. Estos libros utilizan conocimientos sobre género y ciencia para reafirmar la naturaleza humana y social del conocimiento científico, a veces perpetuando continuidades y otras veces provocando cambios dentro de una historia de la ciencia centrada en el falocentrismo.
PALABRAS CLAVE: género y ciencia; mujeres en la ciencia; libros de texto de Biología; educación en ciencias.

[1] Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil. Orcid: 0000-0002-0442-9467.
[2] Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil. Orcid: 0000-0001-8725-7631.

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Por que discutir mulheres na ciência? Gênero, ciência e educação? A que esta discussão nos remete? O que ela reclama? A(s) resposta(s) a esta(s) pergunta(s) não são simples, muito menos tranquilas, uma vez que as produzir, independente do lugar ocupado, implica na referência ao modo como fomos – as mulheres – posicionadas, colocadas no/com o mundo. E isso tem relação com a operação de discursos, de linguagens que cada tempo – histórico, social e cultural foi/é capaz de sustentar. Em contrapartida, também tem relação com as possibilidades e investimentos técnicos, políticos, que permitiram e/ou permitem fazer funcionar a(s) maquinaria(s) subjetiva-objetiva(s) de nossos tempos.

Tal maquinaria diz do tipo de saberes, verdades, discursos que foram criados, apagados, silenciados, reiterados no entorno da produção das vidas e das existências; do trabalho produzido para fazer viver e/ou deixar morrer; de um tipo de economia política que, na ordem moderna, "[...] as mulheres são "produtos" utilizados, trocados pelos homens. Seu *status* é os das "mercadorias" como alerta Luce Irigaray (2017, p. 96). Na obra e página referidas, a autora pergunta: "Como esse objeto de uso e de transação poderá reivindicar um direito à palavra e, de modo mais geral, uma participação nas trocas? As mercadorias [...] não vão sozinhas ao mercado, e se elas pudessem falar...". Sabemos das críticas feministas realizadas ao pensamento e produção de Irigaray que, por exemplo, a apontam ainda no marco de uma visão essencialista, entretanto, a tomamos aqui com a intenção de, com ela, questionarmos ao modo como, pela linguagem, pelo discurso, a tradição falocêntrica das sociedades modernas, sempre impediram as mulheres de participarem de sua fabricação na condição de "sujeitas".

> Irigaray não apenas expõe a natureza essencialista e 'sexualizada' da tradição falocêntrica, mas também evita ser absorvida novamente pelo reducionismo dessa ordem. Por meio dessa 'repetição lúdica', ou seja, ao assumir deliberadamente um gesto aparentemente essencialista, porém verdadeiramente 'sexualizado', Irigaray consegue estabelecer a 'diferença sexual' em oposição à característica de 'indiferença sexual' presente na tradição falocêntrica, e assim consegue 'bloquear a maquinaria teórica (Xu, 1995, p. 78).

Irigaray (2017) ao sugerir o modo como que, pela linguagem, se supõe a mulher como o Outro que problematiza, que não carrega nem tem uma identidade – "o feminino não se determinaria nunca a não ser pelo e para o masculino [...]" (p. 97) mobiliza, de algum modo o conceito de diferença. A diferença como proposta por Gilles Deleuze, o não idêntico que questiona toda e qualquer forma de identidade. A diferença pura. Nesse sentido, as mulheres

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

são diferenciação constante; elas são múltiplas, por isso mesmo, estabelecem relações singulares, e, escapam até mesmo da linguagem. "A diferença pura não é uma coisa: é um processo capaz de desmontar a "economia do logos [que] define a diferença sexual em função do *a priori* do Mesmo" (Irigaray, 2017, p. 54).

Com o (ex)posto, o sabemos, muito breve para a densidade das afirmações e conceitos inferidos, indicamos o nosso objetivo com este artigo: a partir de registros, em quatro coleções de livros didáticos da disciplina escolar Biologia aprovados em três editais (2012 – 2015 e 2018) do Programa Nacional do Livro e material Didático (PNLD), sobre a cientista, química britânica, Rosalind Franklin, e, sobre o trabalho de pesquisa que realizou com contribuições ímpares para a descrição da estrutura da molécula do Ácido Desoxirribonucleico (DNA) pensar os atravessamentos mulheres, gênero, ciência e educação.

As leituras que realizamos sobre a tríade mulher, gênero e ciência e suas interseções com a área da Educação (em Ciências), ancoram-se nas produções de teóricas feministas cuja defesa comum é a de que não há neutralidade na produção da ciência; seus pressupostos de universalidade, objetividade e imparcialidade constituem-se como um mecanismo de exclusão, silenciamento e apagamento das fortes implicações sociais, políticas e subjetivas de grupos particulares, como o das mulheres. Dessa maneira, nas seções que seguem a este texto introdutório, exporemos, um pouco mais, a incursão que temos realizado pelos Estudos Feministas da Ciência; apresentaremos as articulações gênero, ciência e educação que nos possibilitam tecer diálogos sobre mulheres na/da ciência em interface com a Educação em Ciências e Biologia; pontuaremos alguns aspectos relacionados às contribuições de Rosalind Franklin para a descrição da molécula de DNA, e, com isso, a importância desta mulher no desenvolvimento das Ciências Biológicas e da sociedade moderna; e, descreveremos os entrelaçamentos mulheres, ciência e Educação em Ciências e Biologia, que produzimos a partir da análise dos livros didáticos selecionados em nosso estudo. Por fim, indicaremos as nossas considerações finais.

A CRÍTICA FEMINISTA À CIÊNCIA

Dentre as produções do campo dos Estudos feministas da Ciência, indicamos as de Norma Blazquez Graf (2012); Donna Haraway (1995), Evelyn Fox-Keller (1982, 2009); Sandra Harding (1986); Londa Schiebinger (2001); Ilana Löwy (2009); Maria Teresa Citeli (2001); Cecilia Maria Bacellar Sardenberg (2002); dentre tantas outras. Elas, de formas e

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

modo ora distinto ora aproximado, colocam em suspensão os fundamentos da Ciência Moderna, sua natureza e seu modelo de cientificidade supostamente universal, neutro e objetivo. Fundamentos, natureza e modo produzidos por e para homens, ou, para constituição e sustentação de uma cultura falocêntrica. Acerca da crítica feminista, Sardenberg (2002, p. 97) indica que esta "[...] historiciza a Ciência, voltando-se para a análise de como as categorias de gênero têm historicamente influenciado os conceitos de conhecimento, sujeito cognoscente, justificativas e práticas de investigação ditas científicas".

Haraway (2004, p. 211), em artigo publicado no periódico Cadernos Pagu, intitulado '*Gênero' para um dicionário marxista*, afirma que "gênero é um conceito desenvolvido para contestar a naturalização da diferença sexual em múltiplas arenas de luta". O conceito, emergente do modo como lido na atualidade, ganha a cena na década de 1990, por meio da produção de um grande conjunto de pesquisadoras, teóricas, de muitos campos do conhecimento - Filosofia, Sociologia, Ciência Política, Antropologia, História, Ciências Sociais, Psicologia, Psicanálise, Semiótica e Linguística, e outros.

Ao tomar gênero como categoria analítica para investigar as bases da Ciência Moderna, as cientistas feministas, além de reconhecerem o caráter histórico e social da ciência e se oporem aos critérios de neutralidade, objetividade e universalidade, apontaram para o viés androcêntrico/falocêntrico que marca a produção científica. Elas apontam com argumentos e fatos o quão é produtiva, a crítica feminista, para a construção de outras epistemologias. A este respeito, Sardenberg (2002, p. 97) afirmou:

> [...] uma epistemologia feminista deve constituir-se, necessariamente, através de um processo de mão dupla, ou seja, de um processo tanto de desconstrução como de construção. […] Cabe-lhe, pois, propor princípios, conceitos e práticas que possam superar as limitações de outras estratégias epistemológicas, no sentido de atender aos interesses sociais, políticos e cognitivos das mulheres e de outros grupos historicamente subordinados.

No movimento de articular novos modos de pensar e fazer Ciência, os sujeitos que podem/puderam ser nomeados como cientistas e as relações que se estabelecem com as práticas investigativas são colocadas em debates. Retomando Iragaray (2017) quando ela defende que as mulheres não foram posicionadas como sujeitos no mundo moderno, participantes, a partir de suas inquietações e modos de existência, defendemos que grande parte de sua produção, no campo científico, foi divulgado a partir dos modos de fazer do sujeito cientista – na cultura moderna, dos homens. Afirmamos divulgado porque entendemos que, mesmo não tendo reconhecimento nem posição na esfera da divulgação, na esfera

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

pública, o modo de fazer das mulheres se fazem presentes nos feitos científicos que foram marcados como de autoria masculina.

A crítica feminista à ciência propõe, sobretudo, a produção de outras epistemologias: as epistemologias feministas. Consideradas no plural, visto a defesa da heterogeneidade de posicionamentos e assertivas feministas (Sardenberg, 2002; Lourdes Bandeira, 2008). Acerca das principais correntes teóricas feministas da ciência[3], Graf (2012) apresenta três delas, a saber: a teoria do ponto de vista feminista, pós-modernismo feminista e o empirismo feminista. Ela assinala ser possível identificar desde uma defesa à uma epistemologia crítica da ciência, ancorada em uma perspectiva de gênero, até a defesa de uma Ciência Feminista. De acordo com a autora, embora as diferenças entre as epistemologias feministas forneçam distintas ferramentas teóricas e concepções de objetividade científica, é possível identificar dois pontos em comum:

> [...] o primeiro é que o gênero, em interação com muitas outras categorias como raça, etnia, classe, idade e orientação sexual, desempenha um papel fundamental na organização da vida social e o segundo, que entender como a vida social funciona e está organizada não é suficiente, a ação também é necessária para tornar esse mundo social equitativo. Portanto, um dos compromissos centrais do feminismo é promover mudanças, tanto para as mulheres em particular, quanto para a sociedade de forma mais ampla (Graf, 2012, p. 21, tradução nossa).

Há, portanto, nas teorias feministas, a intencionalidade política de ruptura com o modelo de cientificidade hegemônica: aquele que serviu e tem servido de sustentação para a produção das inequidades e desigualdades entre os gêneros; entre as mulheres e os homens; entre mulheres. A partir da citação de Graf que acabamos de apresentar, entendemos com ela que a intersecção de gênero com raça, classe, idades, sexualidade, é fulcral para o entendimento do funcionamento e organização da vida social; da vida coletiva e individual. As teorizações e formulações de epistemologias feministas estão comprometidas com a criação de outros mundos possíveis.

Em nossa trajetória, ao buscarmos pelas articulações entre gênero e ciência na interface com a Educação em Ciências e Biologia nos aproximamos do que tem sido produzido pelo/no campo com intuito de pensar sobre a existência [ou não] das reverberações

[3] Para um adensamento da discussão ver: GRAF, Norma Blazquez. Epistemología Feminista: temas centrales. In.: GRAF, Norma Blazquez; PALACIOS, Fátima Flores; EVERARDO; Maribel Ríos. **Investigación Feminista**: epistemologia, metodoloía y representaciones sociales. Coyoacán: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.
HARDING, Sandra. **The Science Question in Feminism**. Ithaca: Cornell Univ. Press, 1986.
KELLER, Evelyn Fox. Feminism and Science. **Journal of Women in Culture and Society**, v. 7, n. 3, p. 589-602, 1982.

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

dos Estudos Feministas da Ciência na Educação em Ciências e Biologia. Temos nos inquirido, ainda sem uma resposta formulada sobre como e se as produções que se colocam neste campo permitem em estratégias e ferramentas que supere a produção discursiva da ciência masculina e falocêntrica.

GÊNERO E CIÊNCIA: INTERFACES COM/NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA

O entrelaçamento gênero-educação têm sido objeto de diversas investigações tanto no Brasil quanto fora daqui. Nelas, a organização e funcionamento da escola, como lugar de (re)produção de padrões, normas, processos de normatização das desigualdades, incluindo a de gênero; o modo como materiais didáticos, midiáticos, docentes, estudantes e outros/as personagens mobilizam tais padrões e normatizações; as rupturas e estratégias de ações e políticas que são contrapostas às hierarquizações e iniquidades de gênero; o silenciamento e apagamento das dissidências de corpos, gêneros e sexualidades, e, as contraposições e criações de novas agendas e conteúdo, são exemplares, de como o campo vem se constituindo.

Defendemos que a escola é, sobretudo, espaço de encontros intensivos com aprendizagens, valores, corpos, conhecimentos, experiências. Ela, como instituição social, é uma das maquinarias cujo compromisso central é a formação de sujeitos, cujo eixo articulador tem sido afirmado, por muitas pessoas e grupos de campos sociais e políticos diversos, ser o do conhecimento científico. Sabemos, entretanto, pela experiência política dos últimos 7 anos (2017 a 2024) em nosso país e em outros países, que este eixo tem sido questionado, particularmente, se ele conduz a explicitação do que é e de como funciona a organização social, política e cultural das sociedades atuais e contemporâneas. São estas compreensões da escola e do seu fazer que nos permite inquirir sobre os saberes mobilizados em livros didáticos, na linguagem que movimentam e criam, sobre as mulheres, e, sobre as mulheres da ciência. Como eles tem posicionado estas mulheres? Que possibilidades efetivas de criação de outros mundos eles asseguram?

Diante disso, é importante destacar que a ciência foi/é utilizada como instrumento de justificativa e naturalização das iniquidades de gênero. Obras como *A inferioridade mental das mulheres*, publicada em 1900, argumentavam sobre a [suposta] imbecilidade fisiológica das mulheres. Foi com base nessas práticas científicas que, por muito tempo, as mulheres

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

foram posicionadas como sujeito *sem* direitos. Esse pressuposto ainda circula entre nós. Marina Fisher Nucci (2010) identificou que noções sobre feminilidade e masculinidade são reproduzidas nas investigações levando com que dados inconclusivos e/ou com ressalvas sobre as [supostas] diferenças cognitivas entre homens e mulheres fossem transformadas em certezas. Desta forma, a "Ciência não investiga simplesmente, mas constitui, ela própria a diferença" (Nucci, 2018, p. 33).

O padrão binário de gênero, o deslocamento da mulher para uma posição de menoridade, para a hierarquização entre sujeitos, é também promovido pela ciência. Ela participa da organização da vida social, cultural, política, de espaços, práticas educativas escolares e não escolares, práticas corporais, demarcação de quem tem ou não aptidão para as áreas de conhecimento, na manipulação dos instrumentos de avaliação, como reitera Schiebinger (2001). Desse modo, considerando que somos duas biólogas professoras, as disciplinas escolares Ciências, no Ensino Fundamental, e Biologia, no Ensino Médio, nos interessam, pois são elas as que, historicamente, foram autorizadas a dizer sobre corpos, gênero e sexualidade. Sem embaraço, afirmamos que a ordem do gênero tem alicerces nas ciências da vida, em suas diferentes formas e possibilidades, uma vez que metáforas sexuadas têm sido, ao longo dos tempos, utilizadas para as descrições e representações do mundo natural, o que acaba por naturalizar crenças e práticas culturais (Keller, 2009).

Acerca das descrições e "representações" do mundo natural, trazemos o exemplo da taxonomia botânica, relatado por Schiebinger (2001), ainda presente nos currículos escolares da educação básica sem qualquer discussão e elaboração nos materiais didáticos. Nas lições da taxonomia botânica, as estruturas reprodutivas nomeadas como masculinas são utilizadas para definição do *status* do organismo. Para a autora, em "uma estrutura social específica - a subordinação legal das mulheres aos homens - parecia tão natural a Linnaeus que ele, inadvertidamente, fez dela um princípio organizador de sua taxonomia botânica" (p. 285).

Esse exemplo, entre tantos outros[4], demonstra como o padrão binário e cisheteronormativo de gênero são operados na construção de saberes sobre diferentes formas de vida, incluindo a vida humana. Isso nos provoca a pensar sobre o discurso da natureza acionado para explicar e justificar as desigualdades sociais entre mulheres e homens; entre mulheres e mulheres. Não é por acaso, que estudos sobre as mulheres, estudos feministas,

[4] Para conhecer outros exemplos ver: SCHIENBINGER, Londa. **O feminismo mudou a Ciência?**. São Paulo: EDUSC, 2001. 384 p.
ROUGHGARDEN, Joan. **Evolução do gênero e da sexualidade**. Londrina: Ed. Planta, 2005. 446p.

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

estudos de gênero e estudos de educação em Biologia, nas últimas décadas do século XX e no XXI, questionem o discurso biológico-determinista-essencialista. Discurso fundador para a generificação das diferenças a partir dos órgãos e estruturas anatômicas, dos cromossomos e hormônios. Um discurso que favorece ao alinhamento sexo-gênero-desejo e que é acionado para dizer sobre os sujeitos (Santos, 2018) e sobre as posições de sujeito no mundo, na ciência e na escola. Esses saberes são apropriados pelo ensino de Ciências e de Biologia e socializados no ambiente escolar.

> Nos territórios do ensino de Biologia, a história biológica do corpo foi fincada em uma descrição estática, um fato, uma natureza, como aquilo que está dado, pressuposta como uma superfície passiva, fora do social. O corpo biológico foi considerado como in natura, como não intensivo, reforçando a ideia de um corpo "natural", "universal" – um corpo morno que existe como coisa em si, a priori, dado antes da inteligibilidade social (Santos, 2018, p. 215).

Embora seja esse o corpo que povoa os territórios do ensino de Biologia, incluindo os materiais e livros didáticos de Ciências e Biologia (Silvia Trivelato, 2005; Elenita Pinheiro de Queiroz Silva, 2005, 2010), fazemos defesa por uma Educação em Ciências e Biologia em que a vida exista na diferença e multiplicidade, uma vida que pulsa, em que não é possível opor natureza e cultura. Entendemos que para isso, é preciso reconhecer que a produção de conhecimentos e os saberes que fundamentam o ensino de Ciências e Biologia são localizados e situados, como afirmado por Haraway (1995), social, histórica e culturalmente, além de serem provisórios e atravessados pelos interesses políticos. Desse modo, o caráter humano da produção científica nos possibilita pensar no sujeito e/ou na sujeita que produz ciência, entretanto, problematizar qual história da ciência tem sido contada/apresentada aos/as estudantes, é uma das tarefas de quem se compromete com a superação das inequidades de gênero, social e política.

Para Ilana Löwy (2009, p. 43, grifos da autora), "a história da ciência é geralmente apresentada como uma sucessão de obras de "grandes homens" – e de algumas mulheres escolhidas – que fizeram "descobertas" importantes". O que tem sido corroborado por diversas investigações no campo da Educação em Ciências e Biologia e contribuído para legitimar a ciência como uma área desenvolvida por e para homens – mas não todos eles: apenas para e pelos brancos, ocidentais, heterossexuais e das classes dominantes (Schienbinger, 2001; Sardenberg, 2002; Laura Susana Duque Arrazola, 2002; Elizabete Rodrigues Silva, 2008; Löwy, 2009). Os efeitos e feitos de certa história da ciência podem ser percebidos e mensurados com dados que evidenciam as assimetrias e desigualdades de gênero

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

na produção de conhecimento, como a presença minoritária de mulheres cientistas no mundo, menos de 30% de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2018).

O enfrentamento das disparidades de gênero na ciência tem figurado nas agendas nacionais e internacionais, sendo a educação apontada como um dos caminhos para romper com a lógica hegemônica da ciência como reduto masculino e promover a equidade de gênero neste campo (UNESCO, 2018; Bello; Estébanez, 2022). Em relatório publicado em 2018 com o objetivo de analisar as desigualdades de gênero na educação em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (sigla STEM em inglês), a UNESCO evidenciou que as diferenças de gênero nestas áreas iniciam na Educação Infantil. O documento defende que algumas estratégias e práticas no âmbito da escola podem contribuir para a motivação e o envolvimento das meninas nestas áreas, dentre elas:

> Construir uma "identidade científica" entre as meninas, ao transmitirem mensagens de que a ciência é para todos, utilizando uma linguagem neutra em relação ao gênero, mostrando exemplos de mulheres na ciência e evitando hierarquias nas salas de aula que favoreçam os meninos (UNESCO, 2018, p. 66).

Contudo, cabe não perdermos de vista sobre quem são as mulheres escolhidas, como nos diz Löwy (2009), para serem apresentadas nas aulas e materiais didáticos de Ciências e Biologia como cientistas. Este alerta serve para que seja considerada as intersecções gênero, raça, classe, entre outras categorias, e, ainda para que não seja a pergunta sobre a produção destas. A nós, que estamos nos ocupando dos entrelaçamentos mulheres e ciência também cabe pensarmos na linguagem que as cientistas têm sido capazes de produzir: a da ciência falocêntrica? A de uma ciência produzida por mulheres, portanto, múltipla, singular? Estas questões permitem que não percamos de vista o compromisso político da agenda feminista: o da produção de outros mundos possíveis, diverso do que habitamos – sangrento, desigual, injusto.

A história contada e a ser contada sobre as mulheres e sobre as suas produções na ciência para se constituir outra, inevitavelmente, lidará com o desafio de produção de novas linguagens e novas formas de pensar os objetos-sujeitos(as). Este pode constituir uma aposta para vislumbrarmos um cenário onde a equidade de gênero na ciência, a participação das mulheres em todos os campos da ciência se efetive. Com isso, apresentamos um recorte de uma investigação iniciada no mestrado e em curso no doutorado, que se atém a história de Rosalind Franklin, uma mulher que marca a História da Ciência, com o episódio da sua

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

contribuição para a descrição da estrutura da molécula de DNA. Apostamos que esse movimento pode fornecer pistas para pensar os entrelaçamentos de gênero, ciência e Educação em Ciências e Biologia e suas possíveis ressonâncias e/ou deslocamentos com uma história masculina da ciência.

ROSALIND FRANKLIN E O FORMATO HELICOIDAL DO DNA: CONTANDO UMA HISTÓRIA

O legado científico de Rosalind Franklin (1920-1958) envolve trabalhos com carvão mineral e sobre a estrutura do vírus do mosaico do tabaco (TMV), além da investigação sobre a estrutura da molécula de DNA, e, tem reconhecimento científico, por meio dos artigos que publicou em revistas de alto impacto científico como a *Nature,* é o que escrevem Lynne Elkin (2003) e Brenda Maddox (2003). A química se graduou em Cambridge e iniciou sua carreira científica investigando a estrutura e porosidade do carvão mineral na *British Coal Utilization Research Association*. Com os trabalhos desenvolvidos nesta instituição, recebeu o título de PhD e os resultados de suas pesquisas contribuíram para o aprimoramento das máscaras de gás utilizadas na Segunda Guerra Mundial. Ela continuou as investigações sobre o carvão mineral *no Laboratoire Central des Services Chimiques de l'Etat* em Paris, e, lá se tornou especialista no uso de técnicas de cristalografia de raio-X, cujos resultados foram publicados e, até hoje, são considerados referências para o campo (Elkin, 2003).

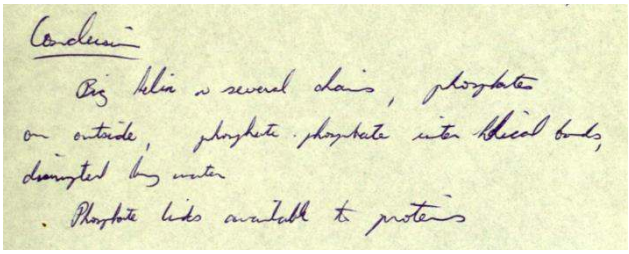
A experiência de Rosalind Franklin com a técnica da cristalografia de raio-X abre espaço para sua contratação e atuação no *King's College*, em Londres. Nele, sua atribuição foi a de realizar investigações sobre/com a molécula de DNA e, a sua chegada na instituição foi marcada por tensões no ambiente de trabalho, especialmente, com o biofísico Maurice Wilkins, seu colega pesquisador, como escrevem Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016). Um dos pontos de tensão do relacionamento interpessoal de Franklin e Wilkins estava relacionado a posição que ocupavam no laboratório, pois "Franklin acreditava que havia sido contratada para trabalhar na mesma posição que Wilkins, enquanto ele a considerava uma subordinada, posição que ela nunca aceitou" (Acevedo-Díaz; García-Carmona, 2016, p. 166, tradução nossa). Diante da situação, John Randall, diretor do *King's College*, determinou que Franklin e Wilkins trabalhariam com diferentes amostras de DNA (Silva M. R., 2010; Acevedo-Díaz; García-Carmona, 2016; Cobb; Comfort, 2023).

Ao utilizar a cristalografia, o trabalho de Franklin tinha como objetivo investigar a

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

estrutura física da molécula de DNA, ou seja, era um trabalho analítico no qual a angulação e a intensidade dos padrões de difração eram mensuradas com intuito de, a partir de modelos matemáticos, compreender a estrutura da molécula (Gribbin, 1986 *apud* Acevedo-Díaz; García-Carmona, 2016). Com a investigação empírica, a cientista produziu diversos avanços para a compreensão da estrutura molécula, como a confirmação da existência de duas formas de DNA, a forma A e a forma B[5]; o cálculo da densidade e dimensões celulares exatas da molécula que incluíam o número de cadeias e o ângulo de inclinação entre as bases nitrogenadas; a definição de que a sua estrutura era composta por duas cadeias antiparalelas, além do formato helicoidal do DNA (Elkin, 2003; Silva, 2010; Acevedo-Díaz; García-Carmona, 2016; Cobb; Comfort, 2023). Os resultados das investigações foram apresentados por Franklin em um seminário no *King's College* em novembro de 1951. Cobb e Comfort (2023) afirmam que nas notas da cientista para o seminário ela já apontava para o formato helicoidal da molécula (Figura 1). Franklin continuou o trabalho empírico e em maio de 1952 produziu evidências sobre a forma helicoidal da molécula DNA, o que ficou conhecido como "fotografia 51" (Figura 2).

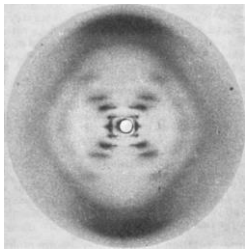
FIGURA 1 – Notas* de Franklin para o seminário



Fonte: Welcome collecion.

*Big helix with several chains, phosphates on outside, phosphate-phosphate interhelical bonds, disrupted by water.

FIGURA 2 – Fotografia 51



Fonte: Rosalind e Gosling (1953).

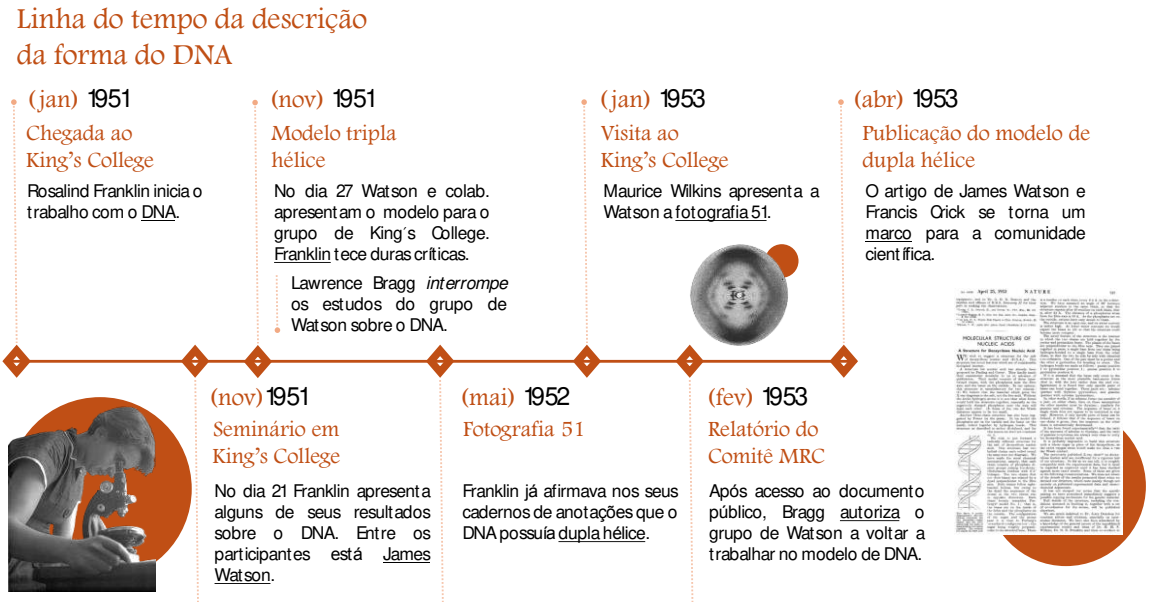
Silva M. R. (2010), Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016), informam que havia cientistas de outros grupos interessados em investigar a estrutura do DNA, pois, em 1944, a relação dessa essa molécula com a hereditariedade já havia sido divulgada com o trabalho de Oswald Avery, Colin MacLeod e Maclyn McCarty. O biólogo molecular e geneticista James Watson em parceria com o biofísico e também biólogo molecular Francis Crick estavam interessados em desvendar a estrutura da molécula do DNA com intuito compreender sua função genética. Diferentemente do grupo do *King's College,* que desenvolvia pesquisa

[5] Para maiores informações sobre as duas formas de DNA ver: Elkin (2003), Silva (2010) e Cobb e Comfort, (2023).

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

empírica, os pesquisadores do laboratório de *Cavendish* apostavam na construção de modelos explicativos como método investigativo. A figura abaixo ilustra alguns (des)encontros da aproximação dos grupos do *King's College* e do laboratório de *Cavendish*.

FIGURA 3 – Linha do tempo da descrição do formato



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Watson participa do Seminário no *King's College* em que Rosalind Franklin compartilha alguns dados do seu trabalho experimental com o DNA. Ao retornar a Cambridge, ele compartilha as informações obtidas no Seminário com Crick e juntos produzem um modelo de tripla hélice para o DNA. Seis dias após a participação no seminário, apresentam o referido modelo ao grupo do *King's College* que recebe críticas de Franklin. De acordo com Silva M. R., (2010, p. 74), "[...] a apresentação foi considerada um fiasco", a ponto do Diretor do *Cavendish*, determinar que eles encerassem a investigação com o DNA; o que na prática não acontece, visto que eles seguem com esse projeto investigativo" (Silva M. R., 2010).

Outro episódio, narrados pelos autores e autoras que aludimos nos últimos parágrafos, dos (des)encontros que sucedem a aproximação de Watson e Crick com o trabalho de Franklin foi uma visita de Watson ao *King's College*, em 1953, em que Wilkins mostra a fotografia 51 a Watson sem o consentimento de Franklin. A fotografia evidencia, pelo diagrama com a cruz negra na imagem, que a molécula era formada por uma dupla hélice, algo que embora já tivesse sido identificado previamente por Franklin, não havia sido

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

conjecturado por Watson e Crick. Os cientistas também tiveram acesso à um relatório do Medical Research Council's (MRC) que continha dados de trabalhos desenvolvidos no *King's College*, incluindo a pesquisa de Franklin (Maddox, 2003; Silva, 2010; Acevedo-Díaz, García-Carmona, 2016; Cobb, Comfort, 2023).

Em 1953, Watson e Crick receberam autorização para dar continuidade as investigações sobre o DNA e poucos meses depois de terem acesso a tais informações publicam na revista *Nature* o artigo com a proposição do modelo de dupla hélice para a estrutura do DNA. Na mesma edição da revista são publicados um artigo de Rosalind e outro de Wilkins com seus respectivos colaboradores sobre a estrutura da molécula de DNA. Em 1954, Watson e Crick, publicam, na revista *Proceedings of the Royal Society*, outro artigo em que ampliam e adensam aspectos metodológicos de sua investigação (Elkin, 2003).

Em seu livro autobiográfico Watson, *The double-helix*, publicado originalmente em 1968, além de tecer comentários sexistas sobre aspectos psicossociais de Franklin, como seu comportamento, relacionamento com colegas de trabalho e vestimentas, a questiona intelectualmente como cientista. Ele declara que Franklin não teria sido capaz de perceber a evidente forma helicoidal da molécula nem de reconhecer a importância da construção de modelos explicativos. Suas declarações são refutadas tanto pelos registros de Rosalind sobre suas investigações – que já concluíam o formato helicoidal da molécula anos antes da proposição de Whatson e Crick - quanto pela sua performance como cientista cuja relevância para a Ciência extrapolaram o trabalho com o DNA (Elkin, 2003; Silva M. R., 2010; Cobb; Comfort, 2023).

Há ainda dimensões éticas que atravessam essa história. Nesse sentido, um primeiro ponto está no uso dos dados de Franklin sem o seu conhecimento e, portanto, sem o consentimento da cientista como apontado anteriormente, e, o não reconhecimento explícito do trabalho e da influência da cientista para a construção de saberes sobre a estrutura da molécula de DNA. Elkin (2003) afirma que houveram oportunidades formais para que Watson e Crick reconhecessem publicamente a importância do trabalho de Franklin, como nos artigos publicados em 1953 e 1954 e na cerimônia de outorga do Prêmio Nobel à Watson, Crick e Wilkins, em 1962, pelas contribuições para elucidar a estrutura da molécula de DNA.

Nas três ocasiões Franklin foi mencionada. No entanto, Elkin (2003, p. 46) afirma que a menção à cientista, no artigo de 1953, "[...] é sutil e distorceu o papel de Franklin e, independente da intencionalidade, deixa a impressão de que seu trabalho serviu principalmente para validar o de Watson e Crick". Para a autora, essa construção textual leva

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

a "[...] uma das maiores subestimações da história da escrita científica" (p. 46). A autora afirma ainda que o reconhecimento ao trabalho de Franklin, no artigo de 1953, é ambíguo: "[...] em três das quatro vezes em que mencionam a importância de seus dados, eles os vinculam à menção dos dados de Wilkins primeiro, de uma maneira que sugere que as contribuições dos dois cientistas eram de igual importância" (p. 46, tradução nossa). Apostamos com Elkin (2003, p. 42, tradução nossa) que "Watson e Crick não poderiam ter proposto sua célebre estrutura para o DNA tão cedo em 1953 como fizeram sem acesso aos resultados experimentais obtidos pela cientista do *King's College*, Rosalind Franklin".

Ao fazer a leitura desses episódios da história da descrição da estrutura da molécula de DNA, fica evidente as iniquidades de gênero que atravessam a produção do conhecimento científico, revelados pelo apagamento, silenciamento e violências outras praticados contra Rosalind Franklin. Como profissionais da área da Biologia afirmamos que a história narrada em nossos processos formativos e, em grande dos materiais escolares deste campo, apresenta a narrativa de Watson, Crick e Wilkins. O modo como a produção do conhecimento sobre a molécula de DNA, quando lida e dita por mulheres, apresenta as marcas do viés falocêntrico da ciência, e, com isso, o modo como mulheres foram, historicamente, posicionadas no lugar de assistentes ou sujeitos de menor importância na produção científica, de modo a ter suas contribuições [intencionalmente?] esquecidas, silenciadas e os seus nomes e produções apagados da História da Ciência (Schiebinger, 2001).

E OS LIVROS DIDÁTICOS ATUAIS, O QUE CONTAM DE ROSALIND FRANKLIN?

O nosso (re)encontro com Rosalind Franklin aconteceu durante o desenvolvimento de uma investigação de mestrado[6] sobre mulheres na ciência em livros didáticos de Biologia. Para nós, o livro didático de Biologia coloca em funcionamento saberes sobre corpos, gêneros e sexualidades; ensinam modos de ser e estar na sociedade; pode provocar tensionamentos e/ou rupturas com as normas e arranjos tradicionais de gênero e sexualidade (Ferreira; Silva; Santos, 2023). Temos considerado, em nossas pesquisas, o livro didático como documento, dispositivo e um artefato cultural (Ferreira; Silva; Santos, 2023).

[6] A dissertação intitulada As Mulheres da Ciência: uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD 2012, 2015 e 2018 foi conduzida pela primeira autora e co-orientada pela segunda autora do presente trabalho.

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

Os livros que compuseram o nosso *corpus* investigativo foram selecionados a partir dos Guias do livro didático de Biologia - material disponibilizado no site do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) que indica a lista de livros aprovados por edição do PNLD e informa sobre a distribuição de cada coleção no território nacional. Assim, analisamos quatro coleções: i) BIO - Sônia Lopes e Sérgio Rosso; ii) Biologia - César da Silva Júnior, Sézar Sasson e Nelson Caldini Júnior; iii) Biologia Hoje - Fernando Gewandsznajder, Sérgio V. Linhares e Helena Pacca[7]; e iv) Biologia Moderna[8] - Gilberto R. Martho e José Mariano Amabis.

Ao percorrer as páginas de livros didáticos de Biologia nos deparamos com saberes, sentidos e significados sobre a ciência e sobre cientistas (Ferreira, 2020) o que está em consonância com os documentos orientadores e normatizadores da educação e da Educação em Ciências e Biologia, e, consequentemente com os editais do PNLD. Nos debruçamos sobre os livros das coleções em busca de informações sobre a cientista Rosalind Franklin e suas contribuições para a história da ciência.

O movimento de análise foi inspirado na noção de documento como monumento mobilizada por Le Goff (2013), no diálogo que ele estabelece com a obra de Foucault. Desse modo, o movimento demandou uma operação de desmontagem, reorganização das informações e localização das pistas que permitiram analisar a apresentação da cientista e sua história no texto didático, em aliança com os Estudos Feministas. Assim, empreendemos uma leitura adensada pelos rastros e evidências sobre os entrelaçamentos gênero, mulher e ciência nesses livros.

Iniciamos buscando por registros da presença [e ausência] desta cientista nos livros analisados, bem como o modo com que eles foram dispostos. Nos 36 livros analisados identificamos dez menções à Rosalind Franklin, sendo três delas com o uso de um registro fotográfico (F) e as demais menções textuais nominais (T).

Rosalind Franklin é referida em pelo menos um dos volumes de cada edição do PNLD, o que faz com que ela seja uma das poucas[9] mulheres da ciência com permanência na

[7] Helena Pacca torna-se co-autora da coleção Biologia Hoje apenas na edição aprovada no PNLD 2018.
[8] A coleção de autoria de Gilberto R. Martho e José Mariano Amabis tem títulos diferentes nas três coleções do PNLD analisadas (2012: Biologia; 2015: Biologia em contexto e 2018: Biologia Moderna). Para o presente trabalho, adotamos o título Biologia Moderna para fazer referência a essa coleção por ser o título utilizado na última edição do PNLD analisada.
[9] Na pesquisa realizada por Ferreira (2020), apenas uma mulher da ciência, Mayana Zatz, é mencionada em todas as coleções analisadas. Além de Rosalind Franklin, Lynn Margulis e Karlene Schwartz também são mencionadas por três das quatro coleções de livros didáticos de Biologia, em um conjunto de 63 mulheres da ciência localizadas nos livros.

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

maioria das coleções analisadas, o que sugere a relevância e pertinência da cientista para a ciência. No entanto, mesmo com o seu legado científico, há uma coleção que não faz nenhuma menção à cientista. Isso nos provoca a pensar sobre os critérios utilizados para selecionar os/as sujeitos/as da ciência apresentados/as aos/as leitores/as, para além da relevância do saber produzido ou desconhecimento de autoria, visto que esses não se aplicam a cientista em questão.

QUADRO 1 – Registros da menção a Rosalind nos livros didáticos analisados

Coleção	PNLD/ Volume								
	2012			2015			2018		
	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3
BIO - Sônia Lopes; Sérgio Rosso	T			T	T/F				T/F
Biologia - César da Silva Júnior; Sézar Sasson; Nelson Caldini Júnior			T			T			T
Biologia Hoje - Fernando Gewandsznajder; Sérgio V. Linhares; Helena Pacca	T			T			T/F		
Biologia Moderna - Gilberto R. Martho; José Mariano Amabis									

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados dos livros analisados.

A definição de quem é [ou não] apresentado/a como sujeito da ciência nos livros didáticos de Biologia é interessada e localizada social, política, histórica e culturalmente (Ferreira, 2020). Isso se torna especialmente relevante quando o conhecimento que foi produzido com a contribuição de uma mulher da ciência compõe o conteúdo do livro; como o modo como é disfarçado ou não contado o modo como os pares, que participaram da construção do saber indicado pelo conteúdo do livro, não é inteiramente relatado; ou, ainda a ausência de menção, neste caso, da Rosalind Franklin. Nos livros analisados, quando a estrutura da molécula de DNA é referida, a história da ciência mantém-se masculina, uma vez que predominam as menções, tanto textuais como imagéticas, aos cientistas homens, especialmente Watson e Crick, envolvidos na produção desse conhecimento.

As menções a Franklin são relacionadas ao seu trabalho com cristalografia de raios-X, técnica que possibilitou estabelecer, empiricamente, a estrutura helicoidal do DNA. Embora o legado científico de Franklin extrapole esse trabalho, é este período de sua carreira profissional que recebe destaque nos livros. As tensões, a misoginia, que marcam a construção desse conhecimento, não são retratadas, embora os livros anunciem a ideia de que a ciência é uma construção humana.

A coleção *BIO,* no primeiro volume (2015), apresenta, em um boxe intitulado “Tema

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

para discussão", que versa sobre a Natureza da Ciência, algumas produções científicas que indicam "[...] contradições e reviravoltas científicas, ironias, tragédias e responsabilidades diante do conhecimento científico" (Lopes, Rosso, 2013a, p. 231). O texto anuncia a importância do trabalho de Franklin para que Watson e Crick tivessem condições de publicar um modelo para a estrutura da molécula de DNA, em 1953, e, afirma que a química "[...] representa o esforço para uma igualdade profissional que as mulheres têm lutado para conseguir dentro da comunidade científica" (Lopes; Rosso, 2013a, p. 231). No livro da/o professora/or a recomendação é a de que durante a atividade o/a docente:

> [...] procure valorizar o aspecto da História da Ciência e o impacto dos conhecimentos científicos no desenvolvimento humano. Os estudantes devem perceber que a Ciência não é um produto acabado, pois está em constante evolução. Outra contribuição dessa abordagem reside na interdisciplinaridade, pois propicia compreensão da estrutura do conhecimento e das relações entre Ciência e poder (Lopes; Rosso, 2013b, p. 231).

Na página de abertura do capítulo 3, intitulado 'Metabolismo de controle: o DNA, o RNA e a síntese de proteínas', terceiro volume da coleção *Biologia* (2018), é mostrado o texto intitulado "Rosalind Franklin", que consiste numa versão resumida de um artigo de divulgação científica[10] publicado em 2003 no Jornal Folha de São Paulo. O texto aponta elementos da história da estrutura da molécula de DNA e afirma que "uma série de manobras minimizaram a contribuição de Franklin" (Silva-Júnior, Sasson, Caldini-Júnior, 2016, p. 36). Há ainda uma atividade de interpretação de texto questionando até que ponto a cientista não recebeu o devido reconhecimento em relação ao modelo de dupla hélice do DNA. Nas orientações para as/os professoras/es – grafado na cor rosa abaixo do título do capítulo – o livro indica:

> O texto oferece uma boa oportunidade para propor uma discussão sobre o papel das mulheres na ciência e as dificuldades por elas enfrentadas. Você pode ampliar o trabalho solicitando uma pesquisa sobre outras grandes cientistas mulheres, como Marie Curie (física), Johanna Döbereiner (agrônoma), Jane Goodall (etóloga), por exemplo (Silva-Júnior; Sasson; Caldini-Júnior, 2016, p. 36).

Em ambos os casos, o livro reivindica o lugar das mulheres na produção do conhecimento e sinaliza para os desafios enfrentados por elas no campo científico. Esses trechos acionam saberes sobre gênero e ciência ao posicionar Rosalind Franklin como sujeito cognoscente que teve sua contribuição para a ciência minimizada [e invisibilizada]. Isso

[10] O artigo 'Rosalind Franklin: Dama sombria' de autoria de Luisa Massarani pode ser lido na integra no endereço eletrônico: https://www1.folha.uol.com.br/folha/especial/2003/dna/fe0703200306.shtml

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

provoca abalos em uma narrativa da ciência que, por muito tempo, operou com discursos de exclusão das mulheres do campo científico por sua [presumida e cientificamente produzida] inaptidão intelectual.

Ao trazer esse movimento para o livro didático de Biologia, a categoria gênero é mobilizada para reiterar o caráter humano e social da ciência. Desta forma, o livro dá pistas para pensar que há outras coisas em jogo na reiterada exclusão das mulheres no campo científico, uma vez que a ciência é um campo de disputa inscrita em relações assimétricas de poder. Nas orientações para as/os docentes, o volume 3 da coleção *Biologia* (2018) apresenta a indicação para docentes se envolverem na discussão da participação das mulheres na ciência com suas/seus estudantes. No entanto, não encontramos no manual do/a professor/a indicações de materiais complementares que ampliem e/ou aprofundem os atravessamentos gênero e ciência, para pensar a ciência e o fazer científico.

Se por um lado as passagens dos livros que trouxemos até aqui mobilizam a discussão gênero e ciência, e tem potencial para provocar fissuras na narrativa hegemônica da ciência como reduto masculino, de outro lado, encontramos as ressonâncias com a história da ciência hegemônica. Os recortes que descrevemos a seguir, fazem menção a cientista, contudo a centralidade e relevância de sua contribuição para a produção do conhecimento sobre a estrutura da molécula de DNA, não é evidenciada.

No volume 3, da coleção *Biologia* (2012), é apresentado o recorte de um texto utilizado na abertura do capítulo 3, 'Metabolismo de controle: o DNA, o RNA e a síntese de proteínas', cujo título é: ‘A descoberta dos ácidos nucleicos’. Nele, há informações acerca da produção de saberes sobre a molécula de DNA. No início do texto, consta a seguinte orientação as(os) docentes:

> Este texto inicial dá uma boa noção do histórico das descobertas em ciência. Descobertas de vários cientistas, em campos diferentes (como Miescher, Mendel, Griffith, Watson e Crick) são relacionadas umas com as outras, “encaixando-se” como as peças de um quebra-cabeça, o que permite que, ao longo do tempo, se montem modelos explicativos mais complexos (Silva-Júnior; Sasson; Caldini-Júnior, 2010, p. 44, grifos dos autores).

O texto é iniciado com a seguinte afirmação: “Muitas pessoas, ao serem questionadas ‘quem descobriu o DNA?’, responderão: ‘Watson e Crick, é claro!’” e, segue, informando que, embora os pesquisadores tenham recebido o prêmio Nobel pela proposição de um modelo explicativo para a estrutura da molécula de DNA, esta já havia sido isolada e reconhecida como uma macromolécula um século antes com o trabalho de Friedrich Miescher

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

(Silva-Júnior, Sasson, Caldini-Júnior, 2010, p. 44, grifos dos autores). Os autores fazem menção a Rosalind Franklin, na página subsequente, afirmando: "Na década seguinte [1950], Watson e Crick (com o inestimável auxílio de Rosalind Franklin e Erwin Chargaff) propuseram o famoso modelo em dupla-hélice para a molécula de DNA" (Silva-Júnior, Sasson, Caldini-Júnior, 2010, p. 45).

O livro, no trecho citado, se compromete com a História da Ciência, como anunciado nas orientações as/aos docentes. Embora apresente a ciência como uma produção coletiva, ela é mantida ainda como "[...] uma sucessão de obras de "grandes homens"" (Löwy, 2009, p. 43, grifos da autora). Rosalind Franklin, a única mulher cujas contribuições para a construção de saberes sobre a molécula do DNA amplamente conhecida, é mencionada no livro com um recurso da língua portuguesa - os parênteses, utilizados[11] para incluir informações complementares ou explicativas que não são essenciais para a compreensão do texto.

Essa estratégia textual nos forneceu pistas sobre a posição que o livro coloca a cientista e seu trabalho na história apresentada sobre o DNA. A menção a ela no texto também é problemática em, pelo menos, outros dois aspectos. Ao dizer que Watson e Crick tiveram o "inestimável **auxílio** de Rosalind Franklin e Erwin Chargaff" (grifos nossos), o livro pode induzir a uma compreensão errônea de que Franklin e Chargaff trabalhavam juntos ou que perseguiam o mesmo objetivo em suas investigações com o DNA. E, quando posiciona a cientista como uma figura de menor importância – uma das estratégias utilizadas na história da ciência hegemônica para apagar e invisibilizar as mulheres da ciência (Schiebinger, 2001). No caso em tela, a cientista tem sua produção limitada ao trabalho de auxiliar dos dois cientistas não de forma cuja produção foi crucial para que os mesmos pudessem construir o modelo, como já abordado no presente texto.

'O modelo da dupla hélice' é o título do texto de abertura do capítulo 13, do primeiro volume, da coleção *Biologia Hoje*, sobre ácidos nucleicos, nele novamente o trabalho da química com cristalografia de raios-X é mencionado. Está indicado que Watson e Crick utilizaram as observações dela para "[...] construir um modelo para a molécula que **explicasse** a imagem obtida pelos raios X e também os dados obtidos da Química" (Gewandsznajder; Linhares, 2010, p. 192, grifo nosso); e, por fim, é assinalado o Prêmio Nobel outorgado a Watson, Crick e Wilkins pelo trabalho e justifica que "o prêmio só é concedido em vida, e Rosalind Franklin faleceu em 1958" (Gewandsznajder; Linhares, 2010, p. 192).

[11] Embora essa não seja a única função do uso dos parênteses na língua portuguesa, é com essa finalidade que o livro os emprega no recorte apresentado.

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

O texto usa como recurso imagético a icônica fotografia 51, sem indicar que a mesma é de autoria de Franklin, e uma fotografia de Watson e Crick ao lado do modelo tridimensional do DNA. Poderia, a cientista, ter sido laureada com a outorga do prêmio, caso ela estivesse viva? Esta é uma possibilidade restrita ao imaginário, visto que não há elementos históricos que possibilite fazer tais inferências. O que sabemos é que durante a cerimônia de premiação houve breve menção à Franklin por Maurice Wilkins (Elkin, 2003; Acevedo-Díaz, García-Carmona, 2016). Ademais, a construção textual do livro aponta que Watson e Crick buscavam construir um modelo que explicasse a imagem obtida pelos experimentos com difração de raios-X, ou seja, seria um modelo que conformasse os dados empíricos e não o contrário. Isso pressupõe que os cientistas detinham informações sobre a imagem obtida pelo trabalho de Franklin.

A análise das coleções em diferentes edições do PNLD nos possibilitou apreender como a discussão foi mobilizada pelos/nos livros ao longo dos anos. Na coleção *Biologia*, o texto do box "tema para discussão" que aludimos em parágrafos anteriores se faz presente no volume 3 de 2012 e 2015. No entanto, na edição de 2018 o texto é substituído pelo intitulado "Rosalind Franklin" – a versão resumida do artigo de divulgação científica supracitada. Na coleção *Biologia Hoje*, o texto "A descoberta dos ácidos nucleicos" também está presente nas três edições do PNLD analisadas, porém no PNLD 2018 é adicionada uma imagem de Franklin, com a fotografia 51 em segundo plano, e na legenda indicado que a cientista "participou **ativamente** na descrição do modelo da molécula de DNA" (Gewandsznajder; Linhares, 2016, p. 123, grifo nosso).

Na coleção *BIO*, texto do box "tema para discussão" embora esteja presente nas duas primeiras edições do PNLD analisadas é removido do livro referente ao PNLD 2018. No entanto, as discussões sobre as contribuições de Rosalind Franklin permanecem. Na edição de 2015, é inserido um texto intitulado "A natureza química do material genético" que permanece na edição de 2018 desta coleção, com pequenas alterações, que aborda aspectos históricos sobre a molécula de DNA.

Na edição de 2015 o livro afirma:

> Foi quando, no início do ano de 1953, o biólogo Maurice Wilkins, chefe do laboratório onde Rosalind trabalhava, mostrou a Watson um cópia da fotografia, tirada por Rosalind (Lopes; Rosso, 2013c, p. 142).

Já na edição de 2018, temos a seguinte inscrição:

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

> Foi quando, no início do ano de 1953, o biólogo Maurice Wilkins (1916-2004), chefe do laboratório onde Rosalind trabalhava, mostrou a Watson um cópia da fotografia 51, **sem o consentimento de Franklin** (Lopes; Rosso, 2016a, p. 119, grifo nosso).

Em ambos os casos, o livro apresenta a cientista reconhecendo a importância do seu trabalho para a construção do conhecimento sobre a estrutura da molécula de DNA e a posicionando como personagem principal dessa história, não apenas como coadjuvante. No entanto, na edição de 2015, o livro demonstra reconhecimento ao trabalho da cientista, mas ancora-se em uma suposta neutralidade, no compromisso em atestar os fatos, sem colocar em pauta os atravessamentos que marcaram sua produção. Em contrapartida, na edição de 2018, ao informar que a fotografia foi compartilhada sem o consentimento de Franklin, o livro se posiciona contrário à uma história da ciência que minimizou e invisibilizou as contribuições de Franklin. Essa postura nos dá pistas para pensar que há um sinal de compromisso com as discussões sobre gênero e ciência, o que é sustentado pelo seguinte registro no manual do/a professor/a:

> Se achar conveniente, estenda a discussão sobre a polêmica que envolveu a físico-química britânica Rosalind Franklin (1920-1958) na identificação da estrutura da molécula de DNA. Peça aos estudantes uma pesquisa sobre a vida da cientista e seu papel na descoberta da estrutura do DNA. Ela foi injustiçada durante sua vida, vítima de machismo e outros fatores, portanto, é possível abordar o papel da mulher na ciência. É uma boa oportunidade para discutir história da ciência e ética com os estudantes (Lopes; Rosso, 2016b, p. 334).

Nas três coleções que mencionam Rosalind Franklin houve mudanças na forma de apresentar/contar suas contribuições para a ciência. Essas mudanças, em especial na edição de 2018 do PNLD, trazem elementos que podem contribuir para narrar uma história da ciência também como lugar ocupado por mulheres. Entendemos que essas mudanças reverberam o resultado de pesquisas, estudos, ações e políticas que, desde década de 1970, têm problematizado os entrelaçamentos gênero e ciência e buscado enfrentar as desigualdades e assimetrias de gênero no campo científico. Dessa forma, é possível identificar nos livros didáticos de Biologia analisados que as passagens que abordam Rosalind Franklin reverberam as discussões sobre gênero, mulher e ciência, ora trazendo continuidades com uma história falocêntrica da ciência e ora provocando fissuras e deslocamentos marcando a ciência também como lugar de mulheres.

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de registros da cientista Rosalind Franklin e de sua contribuição para a descrição da estrutura da molécula do ácido desoxirribonucleico (DNA) em livros didáticos de Biologia presentes em escolas públicas brasileiras, discutimos sobre atravessamentos mulheres, gênero, ciência e educação (em Ciências e Biologia). Realizamos diálogos com autoras e autores do campo dos estudos feministas, de estudos que articulam o pensamento de Foucault e Educação, do campo dos estudos de gênero, e, consideramos ainda a produção que tem entrecortado estes estudos com a Educação em Ciências e Biologia.

Entendemos que a análise de livros didáticos se constitui ainda atual e pertinente, particularmente, quando os tomamos como documentos que carregam marcas e registros que articulam passado-presente-futuro. Neste aspecto, os livros didáticos analisados apontam para o modo como um certo tipo de produção – da ciência e da educação – reitera, há séculos, posições de sujeitos. Em nosso caso, como essa produção reitera a produção da posição das mulheres (das ciências) no mesmo patamar da sujeição ao trabalho do homem; de auxiliar deste trabalho. Rosalind é uma das expressões do modo de funcionamento dos discursos e da maquinaria do binarismo de gênero, das tentativas de exclusão, apagamento e silenciamento das mulheres. Com esta produção, entendemos ainda que livros didáticos ensinam sobre o fazer ciência e autoriza e desautoriza quem pode/deve ser cientista. Ele também aponta para os modos como as relações de trabalho, no espaço dos laboratórios das ciências da vida, são atravessados pelas relações de gênero, portanto, pelas relações de poder. Aqui, entendemos que encontramos uma possibilidade de continuidade da discussão mulheres e ciência.

Concluímos, ainda que os aspectos relacionados a história da produção do conhecimento sobre a molécula de DNA, ensina não apenas os conceitos biológicos sobre as características dessa molécula, mas também sobre a epistemologia da ciência, os modos de relacionar e publicar produção científica nas sociedades capitalistas/modernas. Nesse sentido, nossa investigação aponta que a história da molécula do DNA, embora apresentada como produção coletiva, permanece masculina em grande parte dos livros analisados. Mas há ventos que sopram de outros lugares: os livros inserem Rosalind Franklin e suas contribuições na narrativa, provocam fissuras e deslocamentos, quiçá, outras esperanças em novos mundos possíveis – livres das iniquidades e injustiças; mundo que as mulheres (todas elas) possamos vibrar as nossas singularidades e multiplicarmos ainda mais as nossas diferenças – estas e aquelas que nos fazem mulheres. Por fim, sustentamos que esse movimento investigativo é

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

prática política, interessada, localizada, provisória e tornada possível em alianças com muitas de nós e em nós.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; GARCÍA-CARMONA, Antonio. Rosalind Franklin y la estructura molecular del ADN: un caso de historia de la ciencia para aprender sobre la naturaleza de la ciencia. **Revista Científica**, n. 25, p. 162-175, 2016.

ARRAZOLA, Laura Susana Duque. Ciência e crítica feminista. *In*: COSTA, Ana Alice Alcântara; SARDENBERG, Cecilia Maria Bacellar (orgs.). **Feminismo, Ciência e Tecnologia**, Coleção Bahianas, Salvador/BA, v. 8, p. 67-77, 2002.

BANDEIRA, Lourdes. A contribuição da crítica feminista à Ciência. **Estudos Feministas**, v. 16, n. 1, p. 207-228, 2008.

BELLO, Alessandro; ESTÉBANEZ, María Elina. **Uma equação desequilibrada**: aumentar a participação das mulheres na STEM na LAC. Montevidéu: UNESCO, 2020. 44 p.

CITELI, Maria Teresa. Fazendo diferenças: teorias sobre gênero, corpo e comportamento. **Revista Estudos Feministas**, v. 9, n. 1, p. 131-144, 2001.

COBB, Matthew; COMFORT, Nathaniel Comfort. What Watson and Crick really took from Franklin. **Nature**, n. 616, p. 657-660, 2023.

ELKIN, Lynne O. Rosalind Franklin and the Double Helix. **Physics Today**, v. 56, n. 3, p. 42-48, 2003.

FERREIRA, Alessandra Pavolin Pissolati. **As mulheres da ciência**: uma análise dos livros didáticos de biologia aprovados no PNLD 2012, 2015 e 2018. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

FERREIRA, Alessandra Pavolin Pissolati; SILVA, Elenita Pinheiro de Queiroz; SANTOS, Claudiene. O que ensinam livros didáticos de biologia sobre mulheres brasileiras da ciência?. **Revista da FAEEBA** - Educação e Contemporaneidade, v. 32, n. 72, p. 148-169, 2023.

GEWANDSZNAJDER, Fernando; LINHARES, Sérgio. **Biologia hoje**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2010. v. 1.

GEWANDSZNAJDER, Fernando; LINHARES, Sérgio; PACCA, Helena. **Biologia hoje**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. v. 1.

GRAF, Norma Blazquez. Epistemología feminista: temas centrales. *In*: GRAF, Norma Blazquez; PALACIOS, Fátima Flores; EVERARDO; Maribel Ríos. **Investigación feminista**: epistemologia, metodoloía y representaciones sociales. Coyoacán: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

HARAWAY, Donna. “Gênero” para um dicionário marxista: a política sexual de uma palavra. **Cadernos Pagu**, v. 22, p. 201-246, 2004.

HARAWAY, Donna. Saberes localizados: a questão da ciência para o feminismo e o privilégio da perspectiva parcial. **Cadernos Pagu**, v. 5, p. 07-41, 1995.

HARDING, Sandra. **The science question in feminism**. Ithaca: Cornell Univ. Press, 1986.

IRIGARAY, Luce. **Este sexo que não é só um sexo**: sexualidade e status social da mulher. Trad. Cecília Prada. São Paulo: Editora do Senac, 2017.

KELLER, Evelyn Fox. Feminism and science. **Journal of Women in Culture and Society**, v. 7, n. 3, p. 589-602, 1982.

KELLER, Evelyn Fox. Linguagem científica (sexualização da). *In*: HIDRATA, H. *et al*. (org.). **Dicionário crítico do feminismo**. São Paulo, SP: Editora UNESP, 2009. p. 129-132.

LE GOFF, Jacques. **História e memória**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2013.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **BIO**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013a. v. 1.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **BIO**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013c. v. 2.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **BIO**. São Paulo: Saraiva, 2016a. v. 3.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. Manual do professor. *In*: LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **BIO**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013b. v. 1. p. 1-128.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. Manual do professor. *In*: LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **BIO**. São Paulo: Saraiva, 2016b. v. 3. p. 289-383.

LÖWY, Ilana. Ciências e gênero. *In*: HIDRATA, H. *et al*. (org.). **Dicionário crítico do feminismo**. São Paulo, SP: Editora UNESP, 2009. p. 40-44.

MADDOX, Brenda. The double helix and the ‘wronged heroine’. **Nature**, n. 421, p. 407-408, 2003.

NUCCI, Marina Fisher. “O sexo do Cérebro”: uma análise sobre gênero e Ciência. *In*: **6° Prêmio Construindo a Igualdade de Gênero** – redações, artigos científicos e projetos pedagógicos premiados. Brasília, DF: Presidência da República, Secretaria de Políticas para as Mulheres, 2010. p. 31-56.

NUCCI, Marina Fisher. Crítica feminista à Ciência: das “feministas biólogas” ao caso das “neurofeministas”. **Revista Estudos Feministas** [online], v. 26, n. 1, 2018.

SANTOS, Sandro Prado. **Experiências de pessoas trans - ensino de Biologia**. 2018. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024

SARDENBERG, Cecilia Maria Bacellar. Da crítica feminista à ciência a uma ciência feminista. *In*: COSTA, Ana Alice Alcântara; SARDENBERG, Cecilia Maria Bacellar (orgs.). **Feminismo, Ciência e Tecnologia**, Coleção Bahianas, Salvador/ BA, v. 8, p. 89-120, 2002.

SCHIENBINGER, Londa. **O feminismo mudou a Ciência?**. São Paulo: EDUSC, 2001. 384 p.

SILVA, Elenita Pinheiro de Queiroz. **A invenção do corpo e seus abalos**: diálogos com ensino de Biologia. 2010. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

SILVA, Elenita Pinheiro de Queiroz. Quando o corpo é uma (des)construção cultural. *In*: AMORIM, Antonio Carlos *et al*. (orgs.). **Ensino de Biologia:** conhecimento e valores em disputa. Niterói: EDUFF, 2005. p. 121-130.

SILVA, Elizabete Rodrigues da. A (in)visibilidade das mulheres no campo científico. **Revista HISTEDBR [online]**, n. 30, p. 133-148, 2008.

SILVA, Marcos Rodrigues. As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice. **Scientiæ studia**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 69-92, 2010.

SILVA-JÚNIOR, César; SASSON, Sezar; CALDINI-JÚNIOR, Nelson. **Biologia.** São Paulo: Saraiva, 2016. v. 3.

SILVA-JÚNIOR, César; SASSON, Sezar; CALDINI-JÚNIOR, Nelson. **Biologia.** São Paulo: Saraiva, 2010. v. 3.

TRIVELATO, Silvia Luiza Frateschi. Que corpo/ser humano habita nossas escolas? *In*: AMORIM, Antonio Carlos *et al*. (orgs.). **Ensino de Biologia:** conhecimento e valores em disputa. Niterói: EDUFF, 2005. p. 121-130.

UNESCO. **Decifrar o código**: educação de meninas e mulheres em ciências, tecnologias, engenharia e matemática (STEM). Brasilia: UNESCO Brasil, 2018.

XU, Ping. "Irigaray's mimicry and the problem of essentialism". **Hypatia, Indiana**, v. 10, n. 4, p. 76-89, Nov. 1995. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1527-2001.1995.tb00999.x. Acesso em: 20 mar. 2024.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa Saberes sobre Corpo, Gênero e Sexualidades e Manuais Escolares/Livros Didáticos de Biologia e Sociologia – Brasil/Portugale à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelas bolsas de estudo concedidas. Agradecemos também ao Me. Pedro Reis Antunes pela contribuição com os aspectos gráficos da *timeline* (figura 3) do trabalho.

SOBRE AS AUTORAS

Alessandra Pavolin Pissolati Ferreira
Mestra em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia (PPGED/FACED/UFU). Professora da Educação Básica da Prefeitura Municipal de Uberlândia/MG. Integrante do Grupo de Pesquisa Corpo, Gênero, Sexualidade e Educação (GPECS).
E-mail: alessandra.ferreira@ufu.br

Elenita Pinheiro de Queiroz Silva
Doutora em Educação (PPGED/FACED/UFU). Professora Adjunta III da Faculdade de Educação e docente do quadro de professores/as permanentes do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia (FACED/PPGED/UFU). Líder do GPECS/UFU.
E-mail: elenita@ufu.br

Revista de Ciências Humanas, Frederico Westphalen – RS, v. 25, n. 2, p. 274-299, maio/ago. 2024.
Recebido em: 30/04/2024 | Aceito em: 24/06/2024