



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

Alice Ball: uma biografia para a divulgação da ciência feminina negra e possibilidades de discussão da história e filosofia

Maceió
2022

STEPHANIE SILVA WEIGEL GOMES

Alice Ball: uma biografia para a divulgação da ciência feminina negra e para possibilidades de discussão da história e filosofia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), como requisito parcial para obtenção do título em Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, subárea de Saberes e Práticas Docentes, orientada pelo Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Júnior.

Maceió
2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

G633a Gomes, Stephanie Silva Weigel.
Alice Ball : uma biografia para a divulgação da ciência feminina negra e para possibilidades de discussão da história e filosofia / Stephanie Silva Weigel Gomes. – 2022.
78 f. : il. color.

Orientador: Wilmo Ernesto Francisco Junior.
Dissertação (Mestrado em ensino de ciências e da matemática) –
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Maceió, 2022.
Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 58-61.
Apêndices: f. 62-78.

1. Ciência - História. 2. Gênero e ciência. 3. Racismo e ciência. I. Título.

CDU: 372.85

***“Desrespeitando os fracos, enganando os incautos, ofendendo a vida, explorando os outros, discriminando o índio, o negro, a mulher não estarei ajudando meus filhos a ser sérios, justos e amorosos da vida e dos outros[...]*”**

(Paulo Freire, 1997, p. 11)

À Deus e minha vó com sua fé inabalável que sempre intercedeu por mim, para que eu tivesse forças para a conclusão dessa dissertação.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar forças para a conclusão desse trabalho, por ter me dado saúde para que eu conseguisse concluir mais essa etapa da minha vida acadêmica.

À minha vó Eurides por seus cuidados e conselhos, os quais me deram, em alguns momentos, a esperança para seguir e por sempre acreditar e confiar que eu iria crescer na vida. Sou grata por toda minha criação, por todos os esforços feitos durante meu intercâmbio, por todos os congressos, livros, por todas as noites em claro em que você ficou acordada mesmo sem entender, mas só pelo fato de ser vó e dizer que estava ali torcendo, e tudo o que foi feito por mim até aqui.

Ao meu pai Edler e minha mãe Rita, sou grata não só pelo dom da vida, mas em especial a minha mãe por sempre me colocar pra frente, puxar minha orelha quando necessário me fazendo entender que permanecer estudando me faria ser uma mulher de grandes conquistas. Sei o quanto foi difícil criar 3 filhos sozinha, e hoje me orgulho por conseguir estar tomando os rumos que você me ensinou a seguir.

À minha tia Carla, que a vida não deu a ela o dom de andar, mas deu o dom de mostrar a todos a leveza que devemos ter para viver. Ao meu tio Hoffman, que sempre rígido, fez com que eu estudasse e buscasse os melhores caminhos, mesmo que as vezes fosse dolorido.

À minha irmã Natasha, entre brigas e mais brigas, nas horas mais difíceis, sempre estive do meu lado.

À minha turma PPGEICIM 2018, pelos momentos de estudo, diversão, companheirismo e congressos, todos foram fundamentais para incentivar na conclusão desse trabalho. Em especial Cássia, Leila Carla, Rutnéia, Agda e Raio.

Ao professor Ivanderson, por ter sido fundamental em me lembrar o meu propósito dentro do mestrado, sem saber suas aulas foram uma energia que me reergueu.

Aos meus eternos amigos Ângelo, Andressa, Manoella, João Paulo, Erisvaldo, Elmadã e Paula que entendem meu jeito nada fácil, mas sempre me apoiam e chamam minha atenção quando necessário.

À minha esposa e companheira Jô, por me incentivar, estar do meu lado, por me levantar e ser meu porto seguro nas melhores e piores horas. E por no meio de um turbilhão, ter me dado o maior bem que eu tenho: uma família! Você, Kauê e João, são as pessoinhas que me fazem querer ser uma pessoa melhor todos os dias. Amo vocês!

À Regina Brasileiro, hoje não agradeço mais pelos puxões de orelha! Agradeço pela amizade, pelos conselhos, por me incentivar a não querer desistir da vida acadêmica, por sempre estar disponível para me aconselhar. Um dia eu disse que se fosse metade da profissional que você é, eu estaria feliz. Hoje, eu digo que eu sou professora, com a minha identidade, mas carrego seus ensinamentos. Muito obrigada por tudo!

Ao meu orientador Wilmo, por TUDO, por ter sido humano nas horas que mais precisei, por ter apertado nas horas em que relaxei. Por toda paciência, e o principal: por ter compartilhado conhecimento comigo, por ter sido um orientador que buscou tirar o meu melhor. Você foi fundamental para a conclusão desse mestrado, acreditou em mim quando eu mesma deixei de acreditar. Muito obrigada!

Às professoras da minha banca de qualificação, Bárbara e Silvana. Agradeço a disponibilidade e por contribuírem com meu trabalho.

“Algumas pessoas marcam a nossa vida para sempre, umas porque nos vão ajudando na construção, outras porque nos apresentam projetos de sonho e outras ainda porque nos desafiam a construí-los”.

Stephanie Weigel

RESUMO

A presente pesquisa se debruça sobre o papel das biografias científicas como instrumento para a discussão de aspectos da natureza da ciência, constituindo-se em possibilidade para o (re)conhecimento de cientistas e, sobretudo, conferindo um caráter mais humanístico a estes. Especialmente neste trabalho, a questão da diversidade - gênero e raça - também visa ser explorada com base na construção de uma biografia feminina. Foi desenvolvida uma pesquisa de caráter historiográfico, baseada em fontes primárias e secundárias sobre a vida e o trabalho de Alice Ball. O objetivo foi compreender sua trajetória de vida e identificar sua participação na ciência química do início do século XX, com vistas a construir um material paradidático de divulgação científica para a discussão de aspectos da natureza da ciência, incluindo questões de gênero e raça. A partir deste material, que constitui o produto educacional desta dissertação, foi empreendido um estudo com licenciandos no intuito de entender contribuições da leitura da biografia na percepção dos fatores internos e externos à construção da ciência, tendo como referência o caso de Alice Ball. Os resultados demonstraram que a leitura potencializa reflexões acerca da condição de mulheres e negros na produção do conhecimento. A identificação de fatores que interferem na produção do conhecimento, ainda que realçadas no texto, precisam de maior problematização. Dessa forma, infere-se sobre o papel da mediação pedagógica da leitura, ainda que textos de divulgação científica, tal qual a biografia produzida, busquem um público amplo.

Palavras-chave: História da ciência; Biografia científica, Natureza da ciência, Gênero e ciência; Racismo e ciência.

ABSTRACT

This research addresses the role of scientific biographies as an instrument to discuss Nature of Science, enabling acknowledgement and recognition of scientists and, most importantly, giving it a more humanistic perspective. Particularly in this research, diversity issues – gender and race – are also aimed at establishing the development of a female biography. A historiography was developed based on primary and secondary sources about the life and work of Alice Ball. The objective was to understand her life trajectory and identify her role in the science of Chemistry in the beginning of the 20th century, with the goal of developing scientific educational materials to discuss aspects of the nature of Science, including gender and race matters. From this source, which is the educational component of this dissertation, a survey with Chemistry students was carried out in order to understand contributions in reading the biography taking into consideration internal and external aspects to the construction of science, having as reference Alice Ball's case. The results showed that reading enhances reflections on the condition of women and blacks in the production of knowledge. The identification of factors that interfere in the production of knowledge, although highlighted in the text, need further problematization. In this way, it is inferred about the role of the pedagogical mediation of reading, even though scientific dissemination texts, such as the biography produced, seek a wide audience.

Keywords: History of Science, Scientific biography, Nature of Science; Gender and Science; Racism and Science.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação estrutural do ácido chaumúgrico($C_{18}H_{32}O_2$)	34
Figura 2 -Representação estrutural do ácido hidnocárpico ($C_{16}H_{28}O_2$)	34
Figura 3- Equação para a reação de formação do sal de sódio de um ácido.....	34
Figura 4 -Representação estrutural de molécula componente do sabão.....	35
Figura 5- Formação do éster de um álcool e um ácido carboxílico. R e R 'representam dois grupos diferentes de hidrocarbonetos.....	36
Figura 6- Formação do éster etílico do ácido chaulmúgrico.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Conhecimento sobre mulher na ciência durante a formação.....	43
Tabela 2: Cientistas mulheres citadas.....	44
Tabela 3: Cientistas homens citados.....	45
Tabela 4: Dificuldades em citar mulheres cientistas.....	46
Tabela 5: Aplicação da biografia científica na educação básica.....	50
Tabela 6: Importantes características da ciência e produção do conhecimento	51
Tabela 7: Fatores que interferem na produção do conhecimento.....	53

SUMÁRIO

Introdução.....	14
Capítulo I: MULHERES NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA E BIOGRAFIA CIENTÍFICA COMO FERRAMENTA DE INSERÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA.....	18
1.1 Mulher na história da Ciência.....	18
1.2 Biografia como meio de inserção da História da Ciência.....	21
CAPÍTULO II: O CASO ALICE BALL.....	27
2.1 Histografia da ciência e ensino.....	27
2.2 Alice Ball: mulher, negra, química e revolucionária.....	29
2.3 A hanseníase e o óleo de chaulmoogra.....	32
CAPÍTULO III: A PERCEPÇÃO DOS DOCENTES SOBRE O USO DA BIOGRAFIA CIENTÍFICA.....	40
3.1 Metodologia.....	40
3.2 Caracterização dos sujeitos.....	41
3.3 Visão dos licenciandos sobre a mulher.....	42
3.4 Interesse pela história da ciência e uso da biografia em sala de aula.....	47
3.5 Influências da biografia sobre a compreensão epistemológica da produção.....	50
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO.....	62
APÊNDICE II- PRODUTO EDUCACIONAL.....	65

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa se debruça sobre o papel das biografias científicas como instrumento para a discussão de aspectos da natureza da ciência. As biografias tornam-se assim possibilidade para que os estudantes conheçam cientistas cuja contribuição foi relevante na história da ciência, sobretudo conferindo um caráter mais humanístico e valorizando aspectos e personagens que não seriam estudadas em outras oportunidades. Especialmente neste trabalho, a questão da diversidade - gênero e raça - também visa ser explorada com base na construção de uma biografia feminina.

Historicamente a ciência sempre foi vista como uma área predominantemente masculina. Sendo assim, Leta (2003) nos traz que:

Durante os séculos XV, XVI e XVII, séculos marcados por diversos eventos e mudanças na sociedade que possibilitaram o surgimento da ciência que conhecemos hoje, algumas poucas mulheres aristocráticas exerciam importantes papéis de interlocutores e tutores de renomados filósofos naturais e dos primeiros experimentalistas. Não obstante suas qualidades e competências, não lhes era permitido o acesso às intensas e calorosas discussões que aconteciam nas sociedades e academias científicas, que se multiplicaram no século XVII por toda a Europa e tornaram-se as principais instituições de referência da ainda reduzida comunidade científica mundial. (LETA, 2003, p. 271)

Dessa forma, durante esse período e ainda durante o século XIII, mulheres só conseguiam se inserir no mundo da ciência se fosse através de relações familiares, onde pais ou maridos estivessem ligados à ciência. Ainda assim, essas mulheres não apareceram como protagonistas, mas estariam fazendo atividades básicas, como limpeza, desenhos e assistência. Essa mudança passa a ocorrer ativamente a partir do século XX.

A mudança nesse quadro inicia-se somente após a segunda metade no século XX, quando a necessidade crescente de recursos humanos para atividades estratégicas, como a ciência, o movimento de liberação feminina e a luta pela igualdade de direitos entre homens e mulheres permitiram a elas o acesso, cada vez maior, à educação científica e às carreiras, tradicionalmente ocupadas por homens. (LETA, 2003, p 271)

Há algumas décadas, uma das maiores lutas da sociedade é pela igualdade entre os sexos. Atualmente, mulheres lutam por seus direitos de igualdade e para provar que são capazes de produzir tanto quanto homens e

romper os pensamentos de uma sociedade sexista, na qual o papel da mulher perdurou para a reprodução, afazeres domésticos e algumas profissões determinadas.

Um exemplo marcante a respeito dessa divisão, é a representatividade da figura feminina em prêmios de grande expressão mundial. Entre os laureados do Prêmio Nobel de química, desde o início da premiação, foram contemplados 186 cientistas, no qual apenas 7 são mulheres. A situação ainda piora quando olhamos os vencedores do Prêmio Nobel de Física, onde entre 216 laureados, apenas 4 são do sexo feminino¹. Vale ressaltar, que a falta de representatividade e a desigualdade não ocorre apenas no mundo da ciência, mas em diversos setores, tais como política, cargos de liderança no setor privado, artes, dentre outros. Mulheres ainda hoje lutam por direitos de igualdade salarial e para se impor dentro de seus cargos, tendo a necessidade de provar sua capacidade de liderança e controle para ocupar cargos que são ditos para homens.

Em âmbito nacional, a situação se torna ainda mais crítica. De acordo com o Mapa da Violência 2015 – Homicídios de Mulheres no Brasil (WASELFISSZ, 2015), o Brasil é o 5º país que mais mata mulheres no mundo, o que mais chama atenção é que quatro anos depois o país continua ocupando o mesmo lugar no ranking. No relatório referente ao ano de 2018, os dados são alarmantes: 4.645 mulheres foram assassinadas no país, o que representa uma taxa de 4,5 homicídios para cada 100 mil brasileiras. O estado de Roraima aparece como o mais crítico em relação a feminicídios, onde a cada 100 mil mulheres, 10 mulheres são mortas. O relatório ainda aponta para um aumento na taxa de mortalidade feminina de 6,5% nos últimos 10 anos².

Nesses termos, esta pesquisa parte da hipótese de que resgatar histórias de mulheres bem sucedidas, neste caso no campo científico, pode ajudar a discutir e combater as diferenças de gênero na sociedade, bem como inspirar outras mulheres para trilhar caminhos próprios. Dubar (2005) aponta que quando os sujeitos se identificam a determinados grupos, eles buscam meios para se

¹ Dados referentes ao ano de 2020, obtidos diretamente no site oficial (<https://www.nobelprize.org>)

² Dados referentes ao ano de 2018, obtidos no mapa da violência (<http://www.forumseguranca.org.br/publicacoes/atlas-da-violencia-2018/>)

fazerem pertencentes a eles. Assim, em segunda instância, as biografias femininas de cientistas podem atuar na atração de jovens para áreas em comum.

No caso das meninas, é importante que elas se sintam representadas por mulheres na História da Ciência e se identifiquem com o conhecimento científico para construírem identidades científicas. Para que as mulheres se identifiquem com os grupos que fazem ciência, é, assim, necessário que, no mínimo, haja diversos exemplos de mulheres nestes grupos. (EL JAMAL e GUERRA, 2020, p. 315,)

O próprio universo científico desvaloriza a atuação de mulheres no âmbito da ciência e pesquisa. Compreendemos que ao conhecer a história de outras mulheres que ingressaram na ciência, através de suas biografias, outras jovens podem se identificar com as lutas sociais e a necessidade de se afirmarem em ambientes dominados pelo patriarcado, e se sentirem motivadas em seguir pelo caminho da ciência. A fundamentação teórica a respeito da biografia como possibilidade de discussão da história da ciência é debatida no Capítulo 1.

Por esses motivos, acreditamos que através da história da ciência, muitas jovens podem ser influenciadas a partir do contexto biográfico de outras mulheres, que conseguiram se impor dentro de um ambiente predominantemente masculino, conhecendo os avanços, as inquietações, os dilemas e os desafios dessas cientistas ao longo de sua vida pessoal e de suas carreiras.

Esses são os motivos que permeiam a seguinte questão norteadora desse projeto: Os professores da educação básica consideram que o uso da biografia científica é capaz de aproximar os alunos da realidade dos cientistas, auxiliando no processo de inserção na história da ciência?

A partir desta concepção, foi selecionada a química estadunidense Alice Augusta Ball, que no início do século XX empreendeu pesquisas no campo da química dos produtos naturais, contribuindo para um tratamento à hanseníase, doença que na época não tinha cura. Alice faleceu muito cedo e permaneceu, durante muito tempo, como uma figura “esquecida” na história da ciência. A partir dessa escolha, foi desenvolvida uma pesquisa de caráter historiográfico. Tal estudo foi baseado em fontes primárias e secundárias sobre a vida e o trabalho de Alice Ball. O objetivo foi compreender sua trajetória de vida e identificar sua participação na ciência química do início do século XX, com vistas a construir um material paradidático para a discussão de aspectos da natureza da ciência,

incluindo questões de gênero e raça. A partir deste estudo, apresentado no Capítulo 2, foi elaborado o produto educacional desta dissertação, a biografia “ALICE BALL: Mulher, negra e química no início do século XX”.

Elaborado o produto educacional, foi arrolada uma segunda etapa de pesquisa, que se configurou por uma investigação com professores que atuam na educação básica de ensino. A escolha desses sujeitos surge da importância de que como docentes e formadores de opiniões, tais sujeitos devem atuar favoravelmente no incentivo de mulheres pelo caminho da investigação dentro do mundo da ciência.

A biografia construída foi disponibilizada para os sujeitos da pesquisa a fim de que eles tomassem conhecimento do assunto proposto. Posteriormente, após a leitura do material, foram avaliadas as potencialidades da biografia na construção de saberes sobre a natureza da ciência e sua possível inserção em sala de aula. Esta etapa foi apresentada no Capítulo 3.

Capítulo I

MULHERES NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA E BIOGRAFIA CIENTÍFICA COMO FERRAMENTA DE INSERÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

1.1. Mulher na história da Ciência

Desde o início da evolução da sociedade, a capacidade intelectual da mulher sempre foi questionada. Esse tipo de pensamento deu origem a uma sociedade patriarcal que parece ter sido construída para homens e apenas por homens. Walkerdine (1995, p. 213) argumentando sobre a capacidade feminina, diz que a mulher é “constantemente condenada por não raciocinar e igualmente reprovada se o faz. Seu raciocínio é visto como constituindo uma ameaça à masculinidade raciocinante”. Freud também já argumentou sobre como pouca foi a participação da mulher ao desenvolvimento da sociedade. Para ele: “elas careceriam da capacidade e do desejo de mudar o mundo”. Embora Freud tenha dado muitas contribuições com seus estudos para a civilização, ele estava enganado. As mulheres, mesmo que de forma oculta, contribuíram e continuam contribuindo diretamente com a evolução da ciência. Mas por que será que elas não são citadas?

Segundo Soihet (1997, p. 100)

a história das mulheres implica na negação do sujeito universal da história, que exclui as mulheres, apontando para a parcialidade da história e dos próprios historiadores. Para Citeli, a negação da participação feminina nas ciências “tem sido historicamente constitutiva de uma peculiar definição de ciência – como indiscutivelmente objetiva, universal, impessoal e masculina”, o que, segundo a autora, serve para diferenciar “masculino de feminino, ciência de não ciência e, até mesmo, boa ciência de má ciência” (Citeli, 2000:68)³, cabendo à mulher os conhecimentos não científicos ou a má ciência.

O percurso das mulheres na ciência é guiado por uma cultura baseada no “modelo masculino de carreira” (VELHO, 2006), este é caracterizado pelo pensamento de dedicação em tempo integral e exclusiva ao trabalho e alto nível de produtividade em suas pesquisas.

³ O autor citado cita outro autor junto com sua opinião.

Segundo Lowy (2009), a ciência, como um produto cultural, social e histórico, foi moldada na dicotomia existente entre o masculino e o feminino na sociedade, e pelo fato de que, durante a maior parte da sua história, foi empreendida pelo representante do masculino: o homem branco, ocidental, elitista e colonial. Por esses motivos, as críticas femininas à ciência começam a surgir a partir do momento em que entendemos que a ciência só possui legitimidade e racionalidade se surgirem de valores ditos masculinos, que mulheres estão incapacitadas de possuir.

Com o passar do tempo, as mulheres entre tantas lutas têm conseguido mudar o quadro e se impor. Segundo Leta (2003) apesar da institucionalização da ciência brasileira ser um evento recente, houve uma significativa mudança na universidade brasileira com respeito ao aumento da participação de mulheres nos cursos de graduação e pós-graduação, a ponto destas serem maioria em algumas áreas; entretanto, segundo a autora as mulheres atuantes no Sistema de Ciência & Tecnologia Nacional ainda não ocupam cargos e posições de destaque e reconhecimento como ocorre frequentemente com os homens.

Handelsman *et al.* (2005) mencionam que a falta de interesse feminina a busca pela carreira científica não se deve somente a falta de habilidade, que teoricamente seria apenas masculina, como já citado acima, mas ao fato de as mulheres não serem motivadas a seguirem essa carreira, além de não conhecerem modelos femininos que as motivem. Por esse motivo, se faz necessário a divulgação de trabalhos realizados pelas grandes cientistas que contribuíram com a sociedade, bem como as trajetórias de vida dessas mulheres, para que outras conheçam suas lutas e conquistas.

Melo e Lastres (2006) afirmam que a organização de atividades realizadas por homens e mulheres na pesquisa científica e tecnológica é um processo social que precisa ocorrer de modo mais igualitário. Os resultados na busca por essa igualdade vêm ocorrendo de forma lenta, pois só ocorrem através de um esforço feminino na busca de melhores qualificações, e que isso se manifestaria em um aumento de mulheres em várias áreas do conhecimento.

Por todos esses motivos, entendemos que através da história da ciência, jovens mulheres podem ser incentivadas a ingressar no mundo da pesquisa. Segundo Debus (1971):

Acredito que seja importante – talvez essencial – para um estudante compreender o papel da ciência em nosso mundo – e acredito que a melhor maneira de se fazer isso é através da história. Este é um recurso precioso para os estudantes entenderem os fatores que afetam a mudança de visão do homem a respeito da natureza [...]. (DEBUS, 1971, p. 804).

Por meio da história da ciência é que estudantes conhecerão as batalhas de cada indivíduo para se impor no campo científico, os conflitos pessoais e profissionais envolvidos, os sucessos e até mesmo as derrotas dessas cientistas. Através da história da ciência é que, outras mulheres e até mesmo homens, entenderão os contextos não só históricos, mas também sociais que fizeram com que as histórias de grandes cientistas do sexo feminino tenham sido deixadas de lado e não tenham sido tão exaltadas como de cientistas do sexo masculino.

É comum que entre historiadores, sejam utilizadas as biografias como ferramentas para compreender processos e culturas científicos. Segundo Nye (2006) e Terral (2006), as biografias são os gêneros literários que mais chamam a atenção de jovens que ingressam no mundo da ciência, pois a partir dessas é que surgem as ambições e os processos de identificação das próprias mulheres com a ciência. Identidade essa que, segundo Dubar (2005, p. 136), seria um “resultado a um só tempo estável e provisório, individual e coletivo, subjetivo e objetivo, biográfico e estrutural, dos diversos processos de socialização que, conjuntamente, constroem os indivíduos e também as instituições”. Dessa forma, a construção da identidade e da identificação com o mundo da ciência se dá a partir da socialização, aprendizagem e experiência com outros.

Sendo assim, compreendemos que ao descrever detalhes das pesquisas de mulheres que fizeram parte da história da ciência, ocorra um processo identitário de outras meninas/mulheres com a ciência e que estas se sintam atraídas através de outras biografias de importantes mulheres cientistas.

Compreendemos que ao utilizar a biografia como ferramenta de ensino, não será tratado apenas sobre os estudos específicos de determinado cientista, mas este será visto de uma forma mais humana; além disso, a realidade do cientista se tornará mais próxima à realidade dos estudantes, tornando a ciência algo menos impossível aos olhos de quem a vê, podendo gerar uma provável identificação.

Com os relatos de história de vida do biografado, entendemos não só seus momentos de glória, mas as preocupações que o cercaram, o contexto social em que estava inserido, suas frustrações ao longo da vida, assim como questões políticas e culturais que estavam sendo vividas naquele momento (MORA, 2003).

1.2. Biografia como meio de inserção da História da Ciência

Ao longo dos últimos anos, pesquisadores inseridos no universo do ensino de ciências têm se preocupado em investigar alternativas que tenham por finalidade inserir a história da ciência dentro de um contexto que se encaixe no próprio conteúdo programático e que seja capaz de atrair jovens para o universo científico. Como uma das alternativas, temos o uso da biografia científica. Segundo Trindade *et al.* (2016, p 48): “Uma das formas fundamentais de se interpretar o passado é através da vida das pessoas. A biografia científica nos aproxima do cotidiano do cientista e relata sobre a natureza e a construção do conhecimento científico”.

Dessa forma, ao utilizar a biografia como ferramenta de ensino, não será tratado apenas sobre os estudos específicos de tal cientista, mas irá desmistificar a ideia de que o cientista é alguém intocável, mas sim um ser humano, como todo e qualquer aluno. Com os relatos de história de vida do biografado, entendemos não só seus momentos de glória, mas as preocupações que o cercaram, o contexto social em que estava inserido, suas frustrações ao longo da vida, assim como questões políticas e culturais que estavam sendo vividas naquele momento. Nesse sentido, Mora (2003) nos diz que:

A divulgação científica como literatura é aquela que emprega recursos literários, a que envolve preocupações humanas, aquela que recria, no sentido de uma expressão pessoal e inovadora. A que não olha para a ciência como conhecimento isolado, mas a submerge no mar das preocupações intelectuais partilhadas pelos seres humanos (MORA, 2003, p.109).

É importante destacar que não existe um modelo perfeito para se retratar uma biografia científica; entretanto, existem pontos que são importantes para análise e compreensão de fatos relacionados a história da ciência. Segundo Trindade *et al.* (2016):

Levando em conta que o estudo da história da ciência se dá por meio de 3 esferas da análise: epistemológica, historiográfica e conceitual, a biografia se transforma em uma ferramenta para se expressar a integração da vida individual e os contextos cultural, intelectual e social. (TRINDADE *et al.*, 2016, p 49)

Tais aspectos são importantes para a história da ciência, uma vez que quando relacionados aos indivíduos em questão, irão deixar evidentes não só seu trabalho, mas seus interesses e motivações. Além disso, entenderemos os experimentos, interesses públicos e projetos governamentais envolvidos no período em que está inserido o biografado.

De acordo com Helge Kragh (1989), o uso de biografias na história da ciência é algo recente, principalmente quando a biografia envolve tópicos sociais e intelectuais, os quais constituem uma importante ferramenta para estudos de cientistas e historiadores. É importante destacar também que, ao analisar ou escrever uma biografia, devemos ter cautela em como o biografado será retratado ou interpretado, para que este não se torne herói ou vilão de sua própria história. Segundo Trindade *et al* (2016, p 51): “Portanto o resultado da abordagem depende da intencionalidade do biógrafo, que vai narrar a história com termos e documentos escolhidos a dedo para que a finalidade seja alcançada”.

Dito isto, entendemos que o uso de biografias científicas se faz importante, considerando que através da curiosidade de como as coisas ocorreram no passado, das lutas que foram enfrentadas e vencidas e com desafios que foram postos para os cientistas, principalmente as de gênero feminino, é possível estimular a curiosidade e incentivar as leitores e leitoras a seguir pelo caminho da ciência.

[...]Mas pensando sobre o lugar da biografia na disciplina deve nos levar a pensar sobre a relação entre as vidas de indivíduos e argumentos históricos sobre cultura, política, movimentos intelectuais, e assim por diante. Que lugar uma determinada vida ocupa no quadro geral, no entanto que está emoldurado? O que uma história de vida individual pode dizer sobre tendências maiores ou questões mais amplas? Como a ciência é integrada à vida, bem como à sociedade e à cultura? Não há respostas simples para essas perguntas, é claro, mas indicam o potencial de escrever uma biografia para ir além dos limites do indivíduo. (TERRAL, 2006, p.307)

O propósito de uma biografia no ensino de ciências é mostrar como os cientistas enfrentam desafios para a realização de seus trabalhos. No caso das mulheres, é importante que as leitoras compreendam como foi o processo das cientistas irem contra os padrões da sociedade para conseguir publicar seus trabalhos e até mesmo realizarem suas próprias pesquisas.

Segundo Lowy (2009), a ciência, como um produto cultural, social e histórico, desde o seu nascimento, foi moldada na dicotomia existente entre o masculino e o feminino na sociedade, e pelo fato de que, durante a maior parte da sua história, foi empreendida pelo representante do masculino o homem branco, ocidental, elitista e colonial. Por esses motivos, as críticas femininas à ciência começam a surgir a partir do momento em que entendemos que a ciência só possui legitimidade e racionalidade se surgirem de valores ditos masculinos, que mulheres estão incapacitadas de possuir.

Com o passar do tempo, as mulheres entre tantas lutas têm conseguido mudar o quadro e se impor. De acordo com Leta (2003) apesar da institucionalização da ciência brasileira ser um evento recente, houve uma significativa mudança na universidade brasileira com respeito ao aumento da participação de mulheres nos cursos de graduação e pós-graduação, a ponto destas serem maioria em algumas áreas; entretanto, segundo a autora as mulheres atuantes no Sistema de Ciência & Tecnologia Nacional ainda não ocupam cargos e posições de destaque e reconhecimento como ocorre frequentemente com os homens.

Handelsman *et al.* (2005) mencionam que a falta de interesse feminina a busca pela carreira científica, não se deve somente a falta de habilidade, que teoricamente seria apenas masculina, como já citado acima. Mas, ao fato de as mulheres não serem motivadas a seguirem essa carreira, além de não conhecerem modelos femininos que as motivem. Por esse motivo, se faz necessário a divulgação de trabalhos realizados pelas grandes cientistas que contribuíram com a sociedade, bem como a trajetórias de vida dessas mulheres para que outras conheçam as lutas e as conquistas dessas cientistas. Concordamos com Trindade *et al* (2016), quando nos dizem que:

[...], pode-se justificar o empenho em se organizar e difundir biografias de mulheres que tiveram atuação na construção, construção e comunicação de conhecimentos sobre a natureza

e as artes em diferentes épocas e culturas com o fim de apontar e/ou analisar questões de gênero contribuindo para que os jovens procurem carreiras em ciência e tecnologia. (TRINDADE; BELTRAN; TONETTO, 2016, p. 13)

Nesse sentido, ao apresentar a biografia de outras mulheres que lutaram para se impor dentro do universo científico, não esperamos que jovens mulheres tenham apenas admiração, mas se sintam encorajadas a lutar e enfrentar os obstáculos que permeiam o ingresso destas dentro das ciências. De acordo com Trindade *et al* (2016, p. 10), “Ultimamente também tem crescido a preocupação de atrair mais mulheres para a ciência, procurando questionar antigas ideias referentes, por exemplo, à falta de inclinação feminina à matemática ou física já desde o ensino médio.” Por esse motivo, se faz necessário conscientizá-las que todas são capazes de desenvolver pesquisas e que estas podem ter grandes influências dentro da sociedade, por meio de suas pesquisas e conquistas.

Estratégias de ensino que procuram contextualizar o conteúdo programático da disciplina com o método cuja teoria foi desenvolvida, levando em consideração o contexto da época em que atuava o cientista, devem ser elaboradas dentro de uma perspectiva que torne a ciência acessível aos educandos, mas que não mistifique o trabalho do cientista e o próprio desenvolvimento do conhecimento científico. Os alunos devem ter acesso aos motivos pelos quais os cientistas se debruçam sobre as teorias, pois, muitas vezes, existem objetivos políticos, sociais, tecnológicos, interesses comerciais, prêmios, ascensão acadêmica, entre outros, envolvidos nos projetos de pesquisa. Além disso, muitas portas se abrem para um cientista que desenvolve uma pesquisa de profundo impacto social. Nem a pesquisa nem o pesquisador são neutros, muito menos desconectados das coerções sociais. (URIAS e; ASSIS, 2014, n.p.)

A utilização de biografia dentro do ensino de ciências é importante, considerando que serão enfatizadas questões que levantarão a curiosidade dos alunos; entretanto, para que isso ocorra, é de fundamental relevância que o professor tenha em mente o objetivo que deseja alcançar ao apresentar a história de determinado cientista, assim como deve tomar cuidado com o biografado escolhido e como é retratada sua biografia. Isso pode ser confirmado nas falas de Urias e Assis (2014)

[...]o uso das biografias no ensino de ciências pode contribuir para a apresentação da verdadeira ciência nas salas de aula e, porventura, estimular o acesso de jovens nas carreiras científicas. Fica a cargo do professor, apresentar aos alunos tal

concepção de ciência, já que na maioria dos livros de divulgação científica ela é mitificada. Quanto menos idealizada for a ciência apresentada pelo professor, mais significativo será o trabalho de apresentação dos detalhes do processo científico. Quanto menos a figura do cientista for monumentalizada, ou seja, tornada inacessível, maior será o número de alunos que poderá aspirar à carreira científica. (URIAS e ; ASSIS, 2014, p.3)

Por esses motivos, ao desejar incentivar jovens mulheres no ingresso no meio científico, devemos ter cuidado em deixar explícito que houve lutas e resistências das cientistas para que chegassem às suas conquistas e, deve ser mostrado que o caminho percorrido, assim como nos dias atuais, não foi fácil. Além disso, é importante destacar que as conquistas chegam, não por sorte ou por influência, mas pelo esforço em mostrar que as mulheres iam muito além de assistentes de laboratório, cuidando apenas da limpeza e serviços básicos, que não envolvem a pesquisa.

[...] desde a antiguidade, atitudes como habilidade⁴ e astúcia⁴ eram consideradas feministas por autores como Ptolomeu e Aristóteles. Entretanto, àquela época, tais características não se relacionavam positivamente a capacidade cognitivas, mas sim a conhecimentos práticos muito pouco valorizados pelos antigos gregos. Acrescente-se a isso que, mesmo a partir do renascimento quando se buscou uma revalorização dos conhecimentos técnicos (techné), as contribuições das práticas feministas permaneceram quase que invisíveis. (TRINDADE *et al.*, 2016, p. 18)

Quando utilizamos uma biografia, principalmente de uma mulher, deve ser valorizado toda e qualquer atitude tomada pela biografada para conseguir alcançar os objetivos nos seus estudos, pois devemos levar em consideração que existiram lutas para que fosse reconhecido e validado todo e qualquer estudo realizado por elas. Assim, Trindade *et al.* (2016) nos dizem que:

[...], levantamentos biográficos sobre mulheres que realizaram ou, de alguma forma, participaram de algum destacado episódio científico, constituíram um dos pontos de partida das pesquisas sobre mulheres na ciência. Essas pesquisas tiveram um grande impulso nos anos noventa com a emergência dos estudos de gênero e passaram a construir uma vertente ciência e gênero – reconhecida no campo da História da ciência. (TRINDADE; BELTRAN; TONETTO, 2016, p. 12)

É importante destacar que nem todas as mulheres que ingressaram no ambiente científico tiveram histórias consideradas vitoriosas

⁴ As autoras utilizam o ‘f’ sempre que se referem a adjetivos relacionados às mulheres.

s, quando foram premiadas e aclamadas pelo meio. Mas isso não as torna menos importantes e não tira o valor de suas pesquisas e minimiza suas lutas e conquistas dentro de um universo com tantos homens. Esses fatos só nos levam a compreender a importância de mostrar a outras mulheres as inúmeras lutas e incentivá-las pelo interesse científico a fim de que elas tenham como exemplo uma cientista e saibam onde elas podem fazer melhor para conquistar seu espaço.

É interessante notar que muitos dos estudiosos dedicados a elaborar biografias científicas consideram que esse gênero de literatura é o que mais atrai os leitores que se iniciam nos estudos sobre ciência. (TRINDADE; BELTRAN; TONETTO, 2016, p. 13)

Por essa razão, é importante que o professor não esteja apenas empenhado em desenvolver o ensino tradicional, que muitas vezes desperta o tédio e a aversão dos alunos em sala de aula, mas que ele traga a ciência para a realidade dos alunos, despertando um possível interesse de ingressar no mundo da pesquisa. É importante também que o professor se sinta encorajado a despertar em suas alunas o interesse pela ciência, mostrando que isso não é apenas coisa para homens e que existem mulheres fortes e que foram de grande importância para a sociedade por suas descobertas.

CAPÍTULO II

O CASO ALICE BALL

Nesta seção é apresentada a Biografia da química estadunidense Alice Ball. Para a elaboração de tal biografia foi realizada uma pesquisa historiográfica, baseada em fontes primárias e secundárias. O principal objetivo dessa seção é compreender a trajetória de Alice Ball e identificar sua participação na ciência do século XX. A partir desse estudo foi elaborado o produto educacional desta dissertação, a biografia “ALICE BALL: Mulher, negra e química no início do século XX”.

2.1 Historiografia da ciência e ensino

Sabemos que a história relata fatos acontecidos no passado. Já a historiografia, irá tratar de como esses fatos históricos são descritos e narrados pelos historiadores.

Pode-se chamar de “historiografia” a produção dos historiadores, para diferenciá-la da “história” - entendida como um conjunto de situações e acontecimentos pertencentes a uma época e a uma região-, que é o objetivo e estudo dos historiadores. (MARTINS, p. 115, 2005)

Através da historiografia, os historiadores podem dar sentido interpretando os fatos históricos relatados, considerando todo um contexto em que aquele acontecimento estava inserido. Assim, a historiografia se preocupa em pesquisar a história, por isso a escolha e análise de dados colhidos e a fundamentação teórica utilizada, são de grande importância para que a reflexão dos historiadores faça sentido e não seja uma simples versão da história. (CRUZ, p.163, 2006)

Quando nos referimos à historiografia considerando a ciência, é importante ter em mente que nem tudo relacionado a ciência depende da ação humana, por isso, determinados fatores podem interferir sem que haja a menor intenção. Sendo assim, o historiador da ciência não irá se preocupar com a história da ciência em si, mas sim sobre a historiografia da ciência, na qual não irá ser analisado apenas o fenômeno científico que ocorreu, mas o contexto histórico, social e até mesmo cultural que levou o cientista a chegar no estudo de determinado fenômeno.

Podemos dizer então que a história da ciência vai existir, mesmo que não haja historiadores, pois os fenômenos continuarão lá mesmo que não sejam notados e estudados. Já a historiografia da ciência, só existe quando há historiadores da ciência, estes serão os responsáveis pela publicação de artigos, livros e outros instrumentos que irão descrever e refletir a respeito da atividade científica (MARTINS, 2005).

É importante salientar que um estudo envolvendo história da ciência pode ter dois tipos de abordagem: conceitual e não conceitual, a primeira irá discutir a ciência em si, o fenômeno ocorrido que se pretende compreender. Já o segundo irá refletir sobre os fenômenos externos envolvidos, como política, economia, influências sociais da época, entre outros. Assim, uma pesquisa historiográfica completa irá trazer esses dois tipos de abordagem, para que esta tenha o máximo de clareza e compreensão para o leitor.

As fontes onde buscamos informações a respeito do que se está sendo investigado, são de total relevância. Na história da ciência é comum buscamos diversas fontes, tais fontes são divididas em primárias e secundárias. As fontes primárias são os estudos dos pesquisadores que foram escritos pelos pesquisadores estudados, e as secundárias são os estudos historiográficos sobre os pesquisadores, seus estudos e o período em que os pesquisadores viveram (MARTINS, 2005). Assim, quanto mais soubermos sobre o trabalho original do autor que está sendo estudo, mais fiel serão os relatos sobre este. Por isso, devemos ter bastante cautela ao buscar manuscritos que foram escritos em outras línguas e traduzidos, pois tal tradução dificilmente será feita idêntica ao original e fatos podem ser ocultados.

Por fim, ao realizarmos uma pesquisa historiográfica, voltada para a história da ciência, devemos evitar que essa pesquisa se torne algo descritivo, pois assim ela não terá grande relevância. Devemos refletir sobre o momento em que estamos pesquisando e investigar todos os fatores que influenciaram o pesquisador que está sendo investigado. É importante também que não deixemos de lado pesquisadores que não concluíram seus estudos ou não tiveram fases bem sucedidas, pois os erros também trazem reflexão e aprendizado e contribuem para que novas pesquisas sejam feitas e corrigidas. Salientamos que cada época estudada possui autores e pesquisadores de estilos diferentes, não cabe a pesquisa historiográfica interpretar a identidade

desses pensamentos, mas conhecê-los para que possam ser distinguidos e compreendidos. (MARTINS, 2005)

Dito isto, destacamos que a pesquisa historiográfica realizada nessa dissertação é sobre a química americana Alice Ball, para tanto buscamos fontes de natureza primária e secundária, a fim de compreender não apenas a pesquisa realizada pela cientista, mas suas dificuldades, o contexto em que ela estava inserida. Além de buscar compreender quem foi Alice Ball e o que a levou até sua pesquisa.

Para a construção dessa biografia, foram empregadas tanto fontes primárias quanto secundárias. Todavia, um dos desafios do caso em questão foram justamente as fontes primárias sobre a própria Alice Ball e, em especial, o contexto no qual desenvolveu seu trabalho na Universidade do Hawaí. Alice quase foi esquecida na história da química, mas um dos primeiros documentos a seu respeito foi publicado pela universidade de Washigton: Benzoylations in Ether Solution(1914) (Benzoilação em soluções de éter), este artigo foi publicado com seu orientador quando Ball era aluna de farmácia, no Journal of the American Chemical Society. Em seguida Alice vai para a Universidade do Hawaí, onde começa sua pesquisa com o óleo de chaumoogra, The Chemical Constituents of *Piper Methysticum* (1915) (Os Constituintes Químicos do *Piper Methysticum*) junto com o cirurgião Harry T. Hollmann. Como Ball morreu antes de publicar sua pesquisa, o presidente e químico da Universidade do Hawaí, Arthur L. Dean, continuou sua pesquisa e nomeou o método criado por Alice como método Dean, até que Hollman, decidiu alertá-lo que a pesquisa havia sido realizada por Alice Ball, dando os créditos da pesquisa a sua real pesquisadora.

Na tentativa de situar seu trabalho como cientista, foram consultados seus dois artigos publicados, bem como o artigo de Hollmann (1922) em que as contribuições de Alice para a síntese do sal de óleo de chaulmoogra são evidenciadas.

2.2 Alice Ball: mulher, negra, química e revolucionária

Desde o início da sociedade, as mulheres fazem parte da construção do pensamento científico, entretanto com raras exceções tiveram o mesmo reconhecimento que cientistas do gênero masculino, por isso as barreiras de

gênero impostas pela sociedade sempre tiveram que ser rompidas por diversas mulheres cientistas para que elas pudessem publicar suas pesquisas. (Ludwig, Ludwig e Junqueira, 2019).

Podemos afirmar que existem diversas histórias de grandes mulheres que atuaram em pesquisas importantes para a humanidade, mas essas cientistas, não são sequer conhecidas pelas próprias pessoas do universo científico e quando são conhecidas, são pouco citadas. Este é o caso de Alice Ball, uma cientista que teve uma grande importância no tratamento da hanseníase, considerando que o óleo criado por ela foi utilizado até a criação de antibióticos mais eficientes e empregados até hoje.

Alice Ball foi a terceira filha, entre os quatro filhos de James Presley e Laura Louise Ball. Nascida em 24 de julho de 1892, na cidade de Seattle, Estado de Washington nos Estados Unidos, numa família que desfrutava de boas condições socioeconômicas, especialmente para o contexto dos negros da época. Ball era neta de um fotógrafo, sobretudo um dos importantes líderes negros, que se tornou famoso por ser o primeiro afro-americano a imprimir fotografias em placas de metal. James Presley se dividia entre fotografia, advocacia e a editoria de um jornal local direcionado à comunidade negra. Sua mãe, Laura Louise Ball, e uma tia, também eram fotógrafas. Essa atmosfera provavelmente levou Alice a auxiliar nos preparos fotográficos e ao interesse em aspectos químicos. Durante a infância de Alice, entre 1902 e 1904, a família se mudou para Honolulu, no Havaí. Seu avô desenvolveu reumatismo e por essa razão acreditava-se que o clima quente poderia ajudar em uma melhor qualidade de vida. Após a morte do avô, em 1904, a família Ball retornou para Seattle. (BIOGRAPHY, 2018)

Em 1906, Alice ingressou no *Seattle High School* (Escola de Ensino Médio de Seattle), finalizado em 1910 com altas notas, especialmente em ciências. Após a conclusão do *High School*, Alice iniciou os estudos superiores pela Universidade de Washington. Em 1912 obteve a graduação em química farmacêutica e dois anos depois recebeu seu segundo diploma, em farmácia, também pela Universidade de Washington (BIOGRAPHY, 2018)

Em 1914 Alice publicou com seu orientador William Dehn um artigo no importante periódico da Sociedade Americana de Química (*Journal of the American Chemical Society*): “Benzoylations in ether solution” (Reações de

benzoilação em soluções de éter). Isso é um fato marcante na vida de Ball, considerando o contexto altamente segregado para negros e mulheres no início do século XX, especialmente no campo profissional e acadêmico, o que torna o feito duplamente marcante. (WERMAGER e HELTZEL, 2007)

Após sua publicação, Alice passou a receber inúmeros convites de diferentes universidades, entre elas a Universidade da Califórnia e Universidade do Havaí. Ball decide então retornar sozinha ao Havaí, já que sua família ainda residia em Seattle, ato de coragem para uma jovem garota negra. Em junho de 1915, torna-se a primeira afro-americana com mestrado em química, tendo conduzido um estudo sobre a *Piper Methysticum*, uma planta medicinal utilizada para tratar ansiedade e insônia. O trabalho intitulado *Constituintes químicos da Piper Methysticum* (originalmente como *The Chemical Constituents of Piper Methysticum*) investigava a composição química e o princípio ativo presente na planta (WERMAGER ; HELTZEL, 2007). Aos 23 anos de idade, Ball conseguiu outro marco histórico, sendo nomeada a primeira mulher a ser instrutora do departamento de química na Universidade do Havaí. Foi neste período que ela desenvolveu os estudos com o óleo de chaulmoogra para o tratamento de hanseníase. (BIOGRAPHY, 2018)

Entretanto, pouco tempo depois, em pleno desenvolvimento de suas pesquisas com o óleo de chaulmoogra, Alice Ball ficou doente e retornou para Seattle com o objetivo de se tratar. Após o período de alguns meses sob tratamento, em 31 de dezembro de 1916, aos 24 anos, a jovem química morre. Um jornal na época publicou que a causa de sua morte teria sido intoxicação por gás cloro, ocorrida durante suas aulas de ensino de laboratório. Ball estava demonstrando o uso de máscaras de gás, em preparação para um ataque desde a Primeira Guerra Mundial. Entretanto, não se sabe a verdadeira causa de sua morte, uma vez que seu atestado de óbito foi adulterado, constando como causa tuberculose (WERMAGER e HELTZEL, 2007).

Destacar a história de Alice Ball, como mulher negra, em pleno século XIX, é também possibilitar uma referência a novas meninas que se interessam por ciência e que, muitas vezes, não encontram representatividade neste meio. conquistando seu espaço no mundo da ciência. Certamente, não foi uma tarefa fácil e, com certeza, ainda não é para a maioria de mulheres, negras e

socialmente desfavorecidas que desejam se aventurar, mas história de Alice e de seus estudos demonstra a importância de existir e, sobretudo, resistir.

2.3 A hanseníase e o óleo de chaulmoogra

Descoberto em 1873 pelo médico norueguês Gerhard Armauer Hansen, o bacilo *Mycobacterium leprae* é o agente causador da lepra (nome muito empregado inicialmente) ou hanseníase (nome dado em homenagem ao médico que descobriu o causador). Hoje em dia sabemos que esta enfermidade é transmitida por secreções, em geral a saliva que se espalha em gotículas pelo ar pelo simples ato de falar, respirar, tossir e beijar. Entretanto, antigamente se acreditava que o simples contato era suficiente para que alguém fosse contaminado (WERMAGER e HELTZEL, 2007).

A hanseníase é uma doença antiga, conhecida há pelo menos 4000 anos e bastante retratada nos tempos bíblicos. Ela se prolifera com mais facilidade em áreas úmidas e quentes, podendo contaminar desde recém-nascidos a idosos. Quando desenvolvido, o *Mycobacterium leprae* pode afetar pele, nervos periféricos, membranas mucosas do trato respiratório, olhos, rins, testículos, fígado e baço. A deformação causada na pele por alguém infectado é visível, podendo ser devastadora e irreversível. Historicamente, tentativas de tratamento envolveram mercúrio, arsênio, antimônio, cobre, corantes, estricnina, dieta e, num período mais recente cirurgia e raios-X. O óleo de chaulmoogra também já era usado desde o século 14 na China e Índia (WERMAGER e HELTZEL, 2007). Atualmente a doença tem tratamento e cura⁵.

Nos Estados Unidos, a doença começou a se espalhar desordenadamente no início do século XX. A única solução encontrada para evitar a proliferação da bactéria era o isolamento total do indivíduo contaminado. Dessa forma, oficiais chegavam até as casas dos contaminados e os levava para o leprosário de Kalaupapa, localizado na ilha de Molokai, no Havaí. (WERMAGER e HELTZEL, 2007).

⁵ A doença pode ser tratada através do uso da chamada poliquimioterapia, em que se emprega uma mistura de antibióticos e corticoides. O tratamento dura de 6 a 12 meses e interrompe a evolução da doença, mas não reverte as possíveis deformações, por isso a importância de ser diagnosticada precocemente.

O óleo de Chaulmoogra havia sido introduzido no Havaí em 1879, mas não teve seu uso difundido devido aos resultados pouco confiáveis, embora alguns pacientes demonstrassem melhorias notáveis. As primeiras tentativas faziam uso de aplicação na pele, com pouca efetividade. A ingestão oral do óleo também foi utilizada. Todavia, este tratamento tinha muitos efeitos colaterais, causando náuseas, uma vez que os pacientes tinham sérias rejeições à ingestão devido ao sabor apresentado. Na última década do século XIX o óleo começou a ser administrado por injeções intramusculares e subcutâneas. Embora eliminassem as náuseas derivadas do uso oral, a densidade elevada e sua pouca solubilidade em água, conseqüentemente baixa solubilidade no sangue, resultavam em dor aguda, inchaços e febre, gerando verdadeiro pânico entre os pacientes (WERMAGER e HELTZEL, 2007).

Foi entre 1915 e 1916 que Harry T. Hollmann, médico no Hospital Kalihi, um dos hospitais que recebia enfermos de hanseníase para tratamento, buscando alternativas mais efetivas para a doença, convidou Alice Ball para realizar uma pesquisa sobre o óleo. Hollmann tinha trabalhado na Estação de Investigação da Hanseníase, aberta em Kalaupapa em 1909 com financiamento federal. Desde então, aprofundou seu interesse pelo óleo de chaulmoogra (WERMAGER e HELTZEL, 2007).

Alice Ball, que finalizara meses antes sua dissertação estudando a planta *Piper Methysticum* e trabalhava como instrutora de Química na Universidade do Havaí, foi convidada em razão desta experiência e de seu conhecimento químico, debruçando-se então sobre um trabalho experimental com o óleo de chaulmoogra (WERMAGER e HELTZEL, 2007). A Chaulmoogra é uma planta da família das *Achariaceae*, originária da Ásia, em países como Malásia, Indonésia e Filipinas (SANTOS, SOUZA E SIANI, 2008)

Achariaceae são plantas com flor e, no caso da chaulmoogra esse florescimento dá origem ao fruto. A obtenção do óleo é feita por extração das sementes da planta que apresenta de 40-45% de óleo. (SANTOS, SOUZA E SIANI, 2008)

A composição química do óleo havia sido investigada em 1904, em um estudo que isolou uma série de ácidos graxos, incluindo os ácidos hidnocárpico e chaulmúgrico, considerados os responsáveis pela ação terapêutica nos casos de lepra. Os ácidos hidnocárpico e chaulmúgrico são compostos químicos de

longas cadeias carbônicas. Com isso, apesar de uma das extremidades exibir características polares devido ao grupo ácido carboxílico, prevalecem as características físico-químicas não-polares. Entre elas está a insolubilidade em água do óleo de chaulmoogra, bem como uma textura viscosa devido às forças de interação entre as cadeias carbônicas. Essas características impossibilitavam bons resultados e trazia as complicações pelo seu uso direto. Os pacientes que recebiam o tratamento com o óleo descreveram as injeções como algo que queimava ao entrar em contato com a pele (WERMAGER e HELTZEL, 2007).

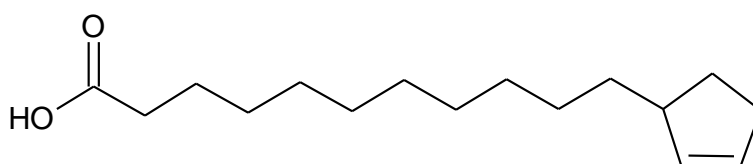


Figura 1. Representação estrutural do ácido chaumúgrico(C₁₈H₃₂O₂).

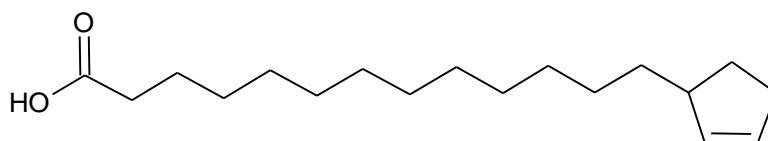


Figura 2. Representação estrutural do ácido hidnocárpico (C₁₆H₂₈O₂).

Ao se formular uma droga, seja ela qual for, a solubilidade em água é uma propriedade altamente desejável, na medida em que o percurso no organismo (que é formado em sua maioria por água) é favorecido. Por esses motivos, muitos dos medicamentos são produzidos em forma de sal. Pode-se preparar o sal de um ácido carboxílico tratando-o com uma base de hidróxido de sódio (WERMAGER e HELTZEL, 2007), conforme representação a seguir:

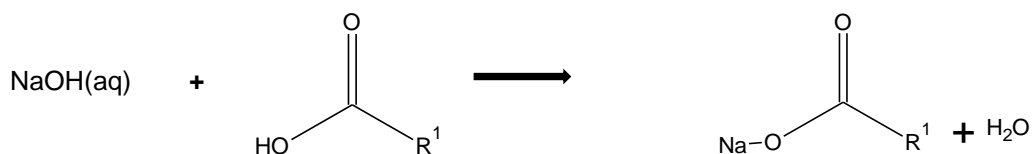


Figura 3. Equação para a reação de formação do sal de sódio de um ácido.

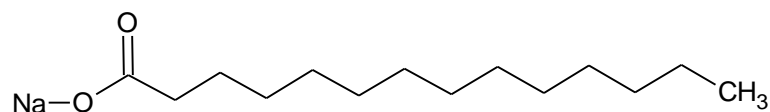


Figura 4. Representação estrutural de molécula componente do sabão.

Assim, os sais de sódio dos ácidos chaulmoágricos e hidnocárpicos seriam solúveis em água e poderiam ser administrados com maior eficácia. Este foi o caminho adotado em 1916 por Sudhamony Ghosh, um médico que trabalhava na Índia. A partir dos ácidos graxos isolados, ele os converteu nos seus respectivos sais sódicos, que foram então testados pelo médico Leonard Rogers no tratamento da hanseníase. Os resultados de Rogers indicaram que 40% de 51 pacientes tiveram suas lesões completamente eliminadas (WERMAGER e HELTZEL, 2007).

Todavia, um sério inconveniente derivava da possibilidade destes sais agirem como sabão no organismo. Sabões e detergentes são compostos que apresentam longas cadeias orgânicas cujas extremidades são polares, permitindo-as interagir tanto com substâncias polares com a água ou apolares como as gorduras. Assim, o efeito colateral para essa forma derivada do óleo quando injetado no organismo seria uma possível hemólise (alteração, dissolução ou destruição dos glóbulos vermelhos do sangue, tanto fisiológica quanto patológica, com liberação de hemoglobina). Ainda assim, o uso se mostrou mais eficiente e menos danoso do que sua forma natural. Foi justamente para tentar resolver este problema científico que Hollmann convidou Alice. Nas palavras dele: “Após um volumoso trabalho experimental, a senhorita Ball resolveu este problema para mim produzindo ésteres etílicos dos ácidos graxos encontrados no chaulmoogra” (BIOGRAPHY, 2018).

Observando a estrutura molecular do óleo de chaulmoogra, Alice percebeu que eram cadeias de éster metílico de ácido graxo. O óleo não tratado consiste em uma variedade de diferentes ácidos carboxílicos com elevadas massas moleculares. Sendo assim, um éster poderia ser preparado a partir de um ácido carboxílico, reagindo-o com um álcool, geralmente na presença de outro ácido que funciona como catalisador. Um álcool tem como grupo funcional -OH, e um ácido carboxílico apresentam o grupo carboxila, representado pela

fórmula geral $-OOH$, ou $-COOH$. O éster etílico de um ácido é formado usando etanol como o álcool.

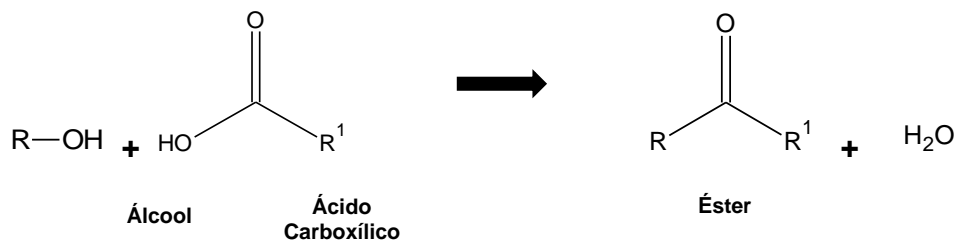


Figura 5. Formação do éster de um álcool e um ácido carboxílico. R e R' representam dois grupos diferentes de hidrocarbonetos.

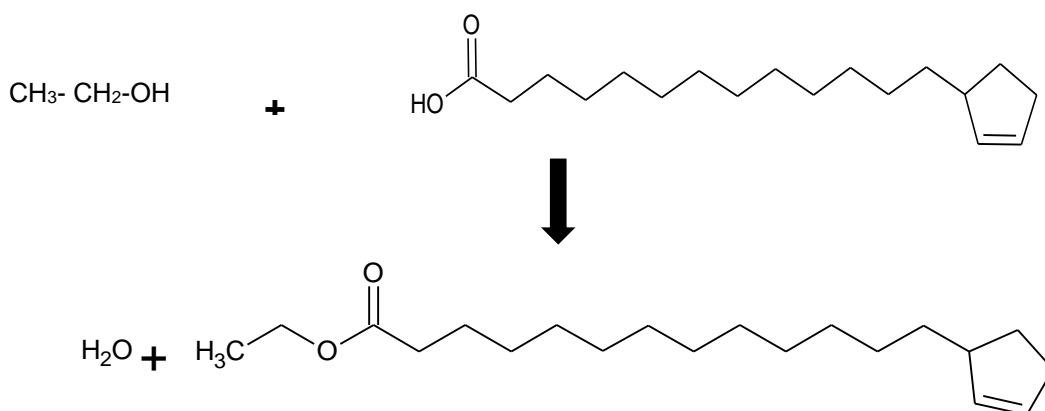


Figura 6. Formação do éster etílico do ácido chaulmúgico.

O éster etílico criado por Ball a partir do composto do óleo foi capaz de reduzir a viscosidade dos derivados do chaulmoogra. A técnica criada para tornar o óleo de chaulmoogra injetável e absorvível pelo organismo, envolvendo isolamento de compostos éster etílicos dos ácidos graxos do óleo, ficou conhecida como “Método Ball”. Ao lançar o extrato solúvel, os médicos começaram a relatar sucesso no tratamento, concedendo inclusive a liberação dos pacientes para casa. As pessoas que contraíam lepra não precisavam mais

de isolamento, evitando-se mortes prematuras. O método permaneceu sendo utilizado até 1940, com a chegada de novas formas mais eficazes que incluem antibióticos (WERMAGER e HELTZEL, 2007).

Em função da morte precoce, Alice não chegou a publicar seus estudos com o óleo de chaulmoogra. O presidente da Universidade do Havaí, Arthur L. Dean, continuou este trabalho e começou a produzir grandes quantidades do extrato do óleo para os pacientes. Ele chegou a publicar o trabalho chamando a técnica de “Método Dean”. O nome da jovem química, teria caído em esquecimento se Harry Hollmann não tivesse publicado em 1922 o artigo “Os ácidos graxos do óleo de chaulmoogra e o tratamento da hanseníase e outras doenças” (originalmente *The fatty acids of chaulmoogra oil in the treatment of leprosy and other diseases*) na revista *Archives of Dermatology* (Arquivos de Dermatologia).

No artigo, Hollmann descreve com detalhes o trabalho experimental de Ball, evidenciando sua participação e denominando o processo de “Método Ball”, alegando que os procedimentos de Dean eram idênticos aos de Alice, e que a única alteração promovida não teria qualquer efeito nos produtos químicos finais.

Obviamente que o trabalho de Ball foi precedido de outros, que identificaram as características bactericidas do óleo de chaulmoogra e trabalharam no isolamento dos seus princípios ativos. A busca por compostos solúveis, como os sais também auxiliaram a compreensão de que era precisa modificar quimicamente os bioativos iniciais. Isso demonstra o processo coletivo e social da construção do conhecimento científico. Ao mesmo tempo, este conhecimento não é livre da neutralidade. Crenças e interesses intrínsecos ao ser humano interferem, como a apropriação indevida dos procedimentos experimentais de Ball por Dean.

Também não se conhece as reais condições em que Alice desenvolvia suas pesquisas. É provável que ela tenha realizado os experimentos no período noturno, já que trabalhava como instrutora durante o dia. Seria pouco provável que uma jovem mulher negra cientista tivesse qualquer tratamento diferenciado ou compreensão num universo no qual existiam apenas homens.

Por fim, esse caso histórico também mostra como uma ideia científica que é aceita em um determinado período histórico pode ser modificada e cair no

esquecimento. O tratamento com hanseníase usando derivados de chaulmoogra foi muito empregado no início do século passado e permitiu, pela primeira vez, que os enfermos fossem liberados para o contato social. Todavia, este tipo de tratamento foi abandonado e não é mais difundido nos tempos atuais, evidenciando a ciência como algo mutável. O desenvolvimento de antibióticos trouxe novos produtos, mais sólidos no tratamento. Ainda assim, essa mutabilidade mostra que o uso de antibióticos precisa ser cuidadoso. Seu emprego em demasia e sem os devidos procedimentos está criando as chamadas “super” bactérias, altamente resistentes devido a um processo de seleção natural.

Em 2000, 90 anos depois, a Universidade do Havaí homenageou Ball dedicando uma placa a ela na única árvore chaulmoogra presente na instituição e reconhecendo sua pesquisa. O governador do Havaí, Mazie Hirono, declarou em 29 de fevereiro do mesmo ano o “Alice Ball Day”, essa data é comemorada a cada quatro anos no estado. Em 2007 Ball recebeu um Medalha de Distinção, da Universidade do Havaí. Em 2016, a Hawaii Magazine publicou uma lista, onde Alice Ball foi considerada uma das mulheres mais influentes da história havaiana (EL PAÍS, 2018)

A produção do conhecimento científico envolve muitas engrenagens que trabalham coletivamente. Algumas poucas personagens ficam marcadas para toda a história, como se tudo fizeram sozinhas; enquanto a maioria são pouco ou nada reconhecidas. Todavia, mesmo essas figuras menos conhecidas tiveram e têm um papel relevante para que o conhecimento possa ser construído e partilhado. Deste ponto de vista, a ciência não é construída por poucos indivíduos heroicos, mas é uma construção social cujo trabalho desenvolvido pelos protagonistas foi possível somente por causa de outros cientistas que, por muitas razões, permanecem quase desconhecidos.

É importante destacar também, que muitas vezes, quando nos referimos a determinados cientistas, costumamos citar apenas data de nascimento, morte, e o que foi publicado, mas raramente é divulgado os detalhes daquela pesquisa, ou seja, os procedimentos escolhidos pelo cientista, a análise dos dados, a experimentação, entre outros detalhes (OLIVEIRA, 2019).

Ao utilizarmos uma biografia científica em um processo de ensino-aprendizagem, não se deve ter apenas o intuito de mostrar que aquele cientista

fez algo para sociedade, mas de explorar sua pesquisa como um todo, a fim de não apenas descarregar informações, mas de criar caminhos onde os leitores possam explorar e produzir algum tipo de conhecimento. Assim, abordar conteúdos que podem ser ensinados e exemplificados e mostrar todos os fatores científicos, externos e sociais que envolvem uma pesquisa em si, é de extrema relevância na leitura de uma biografia científica para que os próprios leitores compreendam o contexto em que aquele cientista estava inserido.

CAPÍTULO III

A PERCEPÇÃO DE LICENCIANDOS SOBRE POSSIBILIDADES DA BIOGRAFIA CIENTÍFICA

Nesta seção serão apresentados os dados de uma pesquisa qualitativa. Assim, após a disponibilizar a biografia produzida aos sujeitos da pesquisa, foi avaliada as potencialidades da biografia científica na construção de saberes sobre a natureza da ciência e sua possível inserção em sala de aula.

3.1 Metodologia

Esta é uma pesquisa qualitativa, cuja ênfase está mais no processo do que no produto, se preocupando em retratar a perspectiva dos participantes.

Na pesquisa qualitativa todas as pessoas que participam da pesquisa são reconhecidas como sujeitos que elaboram conhecimentos e produzem práticas adequadas para intervir nos problemas que identificam. Pressupõem-se, pois, que elas têm um conhecimento prático, de senso comum e representações relativamente elaboradas que formam uma concepção de vida e orientam as suas ações individuais (CHIZZOTTI, 2001, p. 38).

Nesse sentido, como abordagem metodológica trata-se de uma investigação exploratória. Estudos exploratórios baseiam-se na aproximação inicial a um fenômeno de interesse novo ou relativamente pouco explorado. Conforme já apresentado, os caminhos metodológicos seguidos se iniciaram com a realização de uma pesquisa historiográfica para a construção do texto biográfico. A partir desta, foi produzido o produto educacional e conduzida investigação com licenciandos em química.

Os participantes foram 55 licenciandos em química de diferentes universidades públicas, a citar: Universidade Federal de Alagoas (22), Universidade Federal de Sergipe (22), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (dez) e Universidade Federal de Goiás (um). A escolha dos participantes procurou contemplar variedade geográfica, além de um número relativamente significativo de modo a aumentar a confiabilidade dos resultados. A opção por docentes em formação está relacionada à necessidade de ampliar a discussão e o incentivo de mulheres pelo caminho da ciência. Ao vivenciarem diferentes perspectivas, esses sujeitos poderão compartilhar de suas experiências e pontos de vista. Um critério adicional era de que os participantes

não tivessem cursado disciplinas que contemplassem história, filosofia e natureza da ciência.

Para a obtenção dos dados da pesquisa foi elaborado um questionário (Apêndice 1). O questionário foi organizado de modo a contemplar três diferentes dimensões: I) a participação das mulheres na ciência; II) a história da ciência como possibilidade pedagógica na educação científica e; III) aspectos da epistemologia da ciência. Anteriormente à coleta de dados, o questionário passou por um processo de validação externa para aumentar sua confiabilidade. A biografia produzida e o instrumento foram lidos e avaliados por dois pesquisadores da área de Educação Química com experiência em história e filosofia da ciência. Para isso, foi elaborado um instrumento de validação (Apêndice 1). Após essa análise externa, ajustes foram realizados no questionário conforme recomendações.

Em função da pandemia de COVID-19, o estudo foi realizado de modo remoto. Inicialmente foram contactados docentes de disciplinas sobre ensino de química das diferentes universidades para apresentação da pesquisa e seus objetivos, bem como do perfil para público participante. Os docentes intermediaram os contatos com estudantes para a disponibilização da biografia. A leitura foi realizada autonomamente, com a única orientação de acessarem o formulário eletrônico de questões somente após findada a leitura. O prazo estipulado foi de 30 dias após o envio da biografia. O formulário online continha o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e demais informações éticas, como o número do parecer de aprovação.

Para a análise dos dados, as questões em escala de intensidade foram contadas e apresentadas descritivamente. Já suas justificativas e as questões foram lidas integralmente para tabulação e codificação. Em seguida, as partes identificadas como significados foram selecionados, codificados e agrupados por similaridade.

3.2 Caracterização dos sujeitos

Para melhor compreender quem são os sujeitos participantes dessa pesquisa, optamos por caracterizá-los, considerando gênero, idade, instituição onde cursaram ensino médio, instituição de ensino superior que estão cursando atualmente e período que estão cursando.

É importante destacar que essa pesquisa possui um total de 55 participantes. Entre estes, 69% se declaram com o gênero feminino, 29% do gênero masculino e 2% do gênero ensino⁶

Em relação a idade dos sujeitos, temos os licenciando participantes dessa pesquisa tem uma média de 21 anos de idade.

Sobre a origem das redes onde os licenciandos cursaram seus respectivos ensinos médio, a maioria (38) é oriunda da rede pública estadual de ensino, 11 da rede federal e apenas 6 estudantes da rede privada de ensino. Destacamos também que os participantes estão cursando entre o primeiro e sétimo período letivo.

É importante ressaltar, que todos os licenciandos que responderam ao questionário são alunos do curso de Licenciatura em Química. Assim, quando nos referimos a formação inicial de qualquer professor, devemos ter o máximo de cuidado possível, considerando na responsabilidade que esses indivíduos terão em formar novos formadores de opinião. Por isso, não esperamos que esses graduandos sejam apenas conhecedores de química, mas que compreendam a importância de discutir determinadas questões com seus alunos em sala de aula, sejam elas políticas, sócias, étnicas ou de gênero.

Após compreendermos quem são os sujeitos participantes dessa pesquisa e o lugar de fala de cada um, iremos analisar as respostas dos licenciandos dividindo-as em três blocos: Visão sobre mulher na ciência; Interesse pela história da ciência e uso da biografia em sala de aula; Influências da biografia sobre a compreensão epistemológica da produção do conhecimento.

3.3 Visão dos licenciandos sobre mulher na ciência

Para melhor compreender como os participantes da pesquisa enxergam o tema “Mulheres na Ciência”, foram analisadas as seguintes questões: Em algum momento do seu processo escolar, seja na educação básica ou universitária, você teve a oportunidade de discutir questões ligadas às mulheres

⁶ É importante destacar que esta era uma questão aberta, então quando perguntamos sobre o gênero, alguns alunos podem ter interpretado de uma maneira equivocada e responderam ‘ensino’.

na ciência? Se sim, descreva brevemente, cite o nome de até duas cientistas mulheres e suas contribuições científicas, cite o nome de até dois cientistas homens e suas contribuições científicas. Além das questões de gênero, optamos por selecionar algumas questões relacionadas à etnia, considerando que a biografada nessa pesquisa é uma mulher negra. Sendo assim, também consideramos: dentre os cientistas e as cientistas que você citou, algum/a deles é negro/a? e por fim, discuta a razão de não haver a mesma facilidade em lembrar de cientistas mulheres em comparação a cientistas homens. E em relação à questão racial?

Ressaltamos que nenhum sujeito participante dessa pesquisa será identificado, por esse motivo, os licenciandos serão classificados como “aluno 1”, “aluno 2”, e assim seguirá até o número 55, que é o número total de participantes dessa pesquisa.

Dito isto, é importante abordar o tema mulher na ciência, ainda na educação básica, para que outras jovens mulheres se sintam encorajadas a ingressar no mundo da pesquisa e que os homens compreendam a importância do tema. Como já dito ao longo do texto, compreendemos que o senso comum considera que ciência é predominantemente masculina, mas seria isso verdade? Ou há apenas uma escassez de conteúdos abordando o tema?

Existe uma contextualização histórica, onde há predominância do homem em toda a trajetória e avanços da ciência. Por isso, é importante também que essa reflexão ocorra no ensino de ciências, ainda mais em um contexto em que o papel da mulher na ciência torna-se cada vez mais evidente.

Assim, perguntamos aos participantes da pesquisa se em algum momento do processo escolar deles, seja na educação básica ou universitária, eles discutiram sobre questões ligadas às mulheres na ciência. Além disso, pedimos para que descrevessem sobre as mulheres que foram estudadas, em caso afirmativo.

Apenas quatro alunos tiveram contato com o tema quando ainda estava no ensino médio. Ainda assim, esses participantes⁷, não citaram o nome de nenhuma cientista.

Tabela 1⁸: Conhecimento sobre mulher na ciência durante a formação.

	Exemplo de resposta
Educação Básica – 04 participantes	Tanto no ensino médio quanto na universidade já houveram debates acerca do tópico em questão. (Aluno 26)
Ensino superior – 28 participantes	Até o momento, somente na UFS. Através das disciplinas optativas Tópicos Especiais para o Ensino de Química I (Redação Científica), Tópicos E.E.Q II (Direitos Humanos, Inclusão e Diversidade), hoje estas disciplinas entram na grade curricular, obrigatório. Conheci o trabalho e luta das quebradeiras de coco de babaçu, e aprofundei partilhei (sic) com a turma sobre as Catadoras de Mangabas de minha cidadã de Barra dos Coqueiros. Depois na disciplina Redação Científica, o Professor trouxe para leitura a vida de Carolina Maria de Jesus em Quarto de Despejo, e de Conceição Evaristo em Becos da Memória. Considero que os temas de diversas realidades não forem (sic) debatidas e conhecidas levam ao esquecimento, parte também da competência dos Professores e Colegiado. (Aluno 6)
Apenas para realização de trabalhos na Universidade- 23 participantes	Sim, no programa de iniciação a docência PIBID com uma página de divulgação científica no Instagram @simplesmenteciencia, onde temos postagens direcionadas a mulheres na ciência. (Aluno 14)

Em relação aos nomes de cientistas citadas, os poucos que já discutiram o tema em questão, poucos participantes conseguem citar nomes de mulheres cientistas e comentar seus trabalhos, Marie Curie foi a que mais apareceu, por ser uma das mais famosas. Ainda foram citadas Alice Ball e Rosalind Franklin, alguns participantes citaram outras cientistas, entre estas algumas professoras.

Tabela 2: Cientistas mulheres citadas.

Cientista	Número de vezes	Descrição do trabalho	Exemplo de resposta
Marie Curie	23	18	Marie Curie (Radioatividade conhecida como " mãe da Física Moderna" por suas importantes contribuições na ciência sobretudo no campo da radioatividade, descobriu o polônio e rádio e foi a primeira pessoa a ganhar o prêmio Nobel em duas áreas diferentes: Química e Física
Rosalind Franklin	14	12	Rosalind Franklin- descobriu a dupla estrutura em hélice do DNA.

⁸ Foram respeitadas todas as escritas dos participantes da escrita, portanto, erros de escrita e digitação não foram corrigidos na colunas “ exemplo de resposta”.

Alice Ball	09	06	Alice Ball, estudos para o avanço do tratamento da hanseníase.
Jaqueline de Jesus e Ester Sabino	03	03	Jaqueline de Jesus e Ester Sabino sequenciaram o genoma do novo coronavírus.

Em seguida, pedimos para que citassem o nome de dois cientistas homens e comentassem sobre seus trabalhos. Os nomes de Albert Einstein e Isaac Newton foram citados com bastante frequência. Além disso, percebemos que os alunos conseguem comentar com maior propriedade sobre as pesquisas desses cientistas.

Tabela 3: Cientistas homens citados.

Cientista	Número de vezes	Descrição do trabalho	Exemplo de resposta
Albert Einstein	20	16	Albert Einstein Com vinte e seis anos publicou uma de suas maiores descobertas, a Teoria da Relatividade Especial. A revolução no mundo da ciência na época (1925) foi tão grande que o ano ficou conhecido como O Ano Miraculoso. Além de explicar como o espaço e tempo se relacionam e como são relativos (contrariando a ideia de Galileu de que eram absolutos), Einstein ainda provou a existência do átomo e criou a lei do efeito fotoelétrico, pelo qual ganhou o Prêmio Nobel em 1921
Isaac Newton	17	14	Isaac Newton foi matemático, físico, astrônomo e teólogo, que fez um das descobertas mais importantes para a ciência que foi a teoria da gravidade, imaginou as leis básicas da Mecânica e aplicou-as aos corpos celestes, inventou os métodos de cálculo diferencial e integral, além de estabelecer os alicerces de suas grandes descobertas ópticas.
Lavoisier	06	06	Antoine Lavoisier; contribuiu na lei e conservação da matéria.
John Dalton	05	04	Jhon Dalton- A primeira teoria Atômica moderna.

Os participantes foram questionados se entre esses nomes que eles citaram, se algum cientista é negro, e trinta e sete participantes responderam

que não. Ou seja, mais da metade dos participantes não citou nenhum cientista negro. Dentre os que citaram, foram citados nomes como: Jaqueline Goes de Jesus, Jane Wright, Enedina Alvez, Jane cooker, Nise da Silveira e Alice Ball.

Por fim, pedimos para que eles discutissem a razão de não se haver a mesma facilidade de citar cientistas mulheres, quanto há para citar os homens. Além disso, perguntamos também sobre a facilidade de citar cientistas negros, independente do gênero. A maioria dos alunos atribuiu isso às influências externas de gênero e raça.

Tabela 4: Dificuldade em citar mulheres cientistas.

	Exemplo de resposta
Ciência Machista	Grande parte dos cientistas são brancos e homens, isso sendo consequência do machismo e racismo que por muito tempo a sociedade vem trazendo como herança com o passar dos anos, porém esses fatores vem perdendo força nos anos mais recentes, porém negros e mulheres vem ganhando mais espaço dentre os brancos e negros, contudo ainda há um caminho longo para que seja possível a igualdade entre ambos, pois para a ciência, a única característica que é necessária é ser um "ser humano".(aluno 23)
Ciência Racista	Começando da hierarquia, as Universidades até a Educação Básica, o negro/a não uma referência bibliográfica e de vida. Quando não menciona nossos nomes, e vemos um Sobrenome levando ao não aprofundamento, isso é uma porta para o esquecimento. Quando até hoje a presença das mulheres, mulheres negras é invisível, ou um conhecimento privado, leva ao esquecimento. Inclusive quem apresentou as mulheres foi um homem, branco e não as mesmas. (aluno 6)

Podemos observar que mesmo a maioria dos participantes dessa pesquisa se identificarem como gênero feminino, existe uma falta de referência de cientistas mulheres. Assim, mesmo a mulher tendo livre acesso a uma carreira científica, ainda existem muitas barreiras para que, de fato as mulheres reconheçam aquele espaço como uma apropriação delas, e não como intrusas em um ambiente dominado pelo patriarcado.

Em meio a todas as dificuldades apresentadas ao cenário feminino, há de se destacar um panorama em constante superação, em especial no âmbito da ciência, que ainda apresenta obstáculos a serem superados. Nesse sentido, é importante destacar as mulheres que participaram também da

história da ciência, procurando dar visibilidade a elas. O papel da mulher na ciência é mais bem registrado a partir do século XIX em que elas começam a ganhar reconhecimento nas áreas científicas e nos movimentos sociais. (CAVALLI, p.12, 2017)

Por isso, ressaltamos a importância de o tema ser cada vez mais abordado na educação básica, para existam referências femininas e os trabalhos dessas cientistas passem a ter seu devido reconhecimento. Pereira e Elias (2021) nos recordam que os discursos oriundos do período de escravidão afetaram profundamente as mulheres, especialmente, as mulheres negras, que ainda hoje sofrem com o machismo e o racismo ao mesmo tempo. Ou seja, além da questão racial, ainda tem a luta contra o machismo, onde a sociedade ainda se comporta gerando um poder predominantemente masculino, que acaba gerando uma desigualdade de gêneros, onde as mulheres ainda precisam provar o valor de seus estudos e de seu trabalho. Isso só se confirma, com as respostas dos sujeitos desta pesquisa, onde estes tiveram dificuldade em citar cientistas mulheres e mais ainda em citar cientistas negros, independente do gênero.

3.4 Interesse pela história da ciência e uso da biografia em sala de aula

Nesta etapa da pesquisa, inicialmente buscamos compreender o nível de interesse dos participantes em história da ciência, em seguida questionamos sobre a biografia apresentada a eles, por fim indagamos a respeito da produção de conhecimento científico.

Dos 55 participantes, em uma escala de 0 a 5, onde zero seria nenhum interesse e 5 um alto nível de interesse, 28 participantes alegaram ser altamente interessados por história da ciência. Esse resultado demonstra que a história da ciência é um tema em potencial a ser explorado na formação de professores. Além disso, como aponta Nye (2006), a biografia é um dos gêneros textuais de maior penetração entre a população. Assim, o estudo da história da ciência por meio de biografias para os licenciandos pode despertar a curiosidade de descobrir e conhecer seu mundo, esclarecer suas dúvidas, bem como valorizar o ambiente que o cerca. Dessa forma, o ensino de ciências pode preparar o aluno para uma postura positiva em relação às mudanças científicas e de forma reflexiva com o mundo.

Por essa razão, buscamos compreender as justificativas dos licenciados pelo seu nível de interesse pela história da ciência. Eles alegam a importância que eles vêem e saber sobre a história da ciência.

“É de extrema importância saber sobre a história da ciência, como chegamos até aqui e como ela muda constantemente.”
(Aluno 08)

“Acredito que a história da ciência faz com o que o aluno crie mais interesse sobre o conteúdo científico abordado, por ele abordar os obstáculos enfrentados pelos cientistas e seus colaboradores, e mostra que a ciência não é algo simples, e que as pessoas que a fazem não são seres humanos intocados e geniais. A história da ciência é um incentivo para o aluno futuramente se tornar um cientista e pesquisador.”
(Aluno 52)

“Interessante pois através da história da ciência (sic) nós podemos enxergar a importância de haver registros ao longo do desenvolvimento social, pois esses registros, na maioria das vezes são importantíssimos para o desenvolvimento de sociedades futuras, ou mesmo, para a manutenção da sociedade atual.” (Aluno 41)

“Acredito que é importante saber como começou a química, quem descobriu o que estudamos hoje, como era seu local de trabalho, como desenvolveu sua tese, seus erros e acertos. Sendo bom para o nosso futuro ter esse paralelo com o passado.” (Aluno 10)

As respostas dos participantes corroboram com El Hani (2006), quando estes compreendem que o estudo da história da ciência que não se trata somente de incluir uma abordagem dos processos de construção do conhecimento científico no ensino de ciências, mas de considerá-los no contexto histórico, filosófico e cultural em que a prática científica tem lugar.

Em seguida, questionamos os participantes sobre assuntos relacionados à biografia de Alice Ball. Inicialmente, pedimos que eles classificassem numa escala de 1 a 5 (sendo 1 para o mais baixo nível e 5 para o mais alto), como a leitura do texto influenciou seu ponto de vista sobre o tema (gênero e raça na ciência). Assim, 26 participantes disseram que foram altamente influenciados pelo texto, em seguida 21 alunos classificaram nível 4 de interesse. As justificativas acenam para a contribuição da diversidade e das influências sócio-históricas.

“Fiquei muito satisfeita e feliz em conhecer mais sobre a história de Alice Ball, já havia escutado seu nome em uma aula onde um professor citou o nome de cientistas mulheres, mas não obtive conhecimento nenhum sobre ela até então. Creio que sua trajetória como cientista, mulher e negra deve ter sido difícil, pois se hoje, no século XXI, o racismo e o machismo são tão presentes, não consigo imaginar o quão perturbador era no século XX. Acredito que se a história de Alice Ball e suas contribuições forem trazidas para dentro da sala de aula, isso trará muito inspiração para todas as mulheres.” (Aluno 52)

O texto de fato foi muito importante para ter em mente a situação de desigualdade racial e de gênero que mulheres negras enfrentavam e enfrentam para ter seu lugar de fala para demonstrar seu conhecimento e seu trabalho. (Aluno 07)

Como o texto foi bem elaborado, me trouxe a ideia de que as mulheres são capazes de muito, com a descrição de detalhes da vida corriqueira dela me deu o parecer de algo mais próximo de se realizar, pois em momento algum colocou ela em um pedestal e sim como merecedora dessa glória. (Aluno 53)

As falas dos licenciandos confirmam o que Trindade *et. al* (2016) nos trazem a respeito do uso das biografias científicas. O biografado não deve ser exaltado, mas sua história deve ser sempre relatada, considerando o contexto histórico em que ele estava inserido e relatando em que condições a pesquisa de fato ocorreu. É importante destacar, que antes de participar desta pesquisa 90% dos participantes relatou que não conheciam Alice Ball.

Assim, foi importante saber deles se esse texto influenciou na curiosidade em saber mais casos sobre trabalhos de mulheres na ciência. E 42 dos 55 participantes disseram ter total interesse. Em seguida pedimos para que justificassem o interesse e os alunos declararam o aumento da curiosidade a respeito do tema.

“Quando eu leio trabalhos de levantamento histórico como este, minha curiosidade é instigada e assim aumento meu desejo pela leitura de trabalhos semelhantes.” (Aluno 2)

“Apesar de já ter interesse no assunto, a história de Alice fez com que aumentasse a curiosidade sobre como é/foi a participação das mulheres na ciência.” (Aluno 37)

“São histórias que nos(sic) motivam a permanecer na área, até porque eu sou mulher estudante da química kkk. Então é um incentivo para continuar” (Aluno 4)

Notamos a importância da inserção biografia científica na vida acadêmica desses licenciandos, além de criar uma identificação com as alunas, provando a elas que elas são capazes de realizar pesquisas de grande importância independente das adversidades. Mas também mostram como esses obstáculos são superados e a importância do estudo dos biografados.

Perguntamos também se os licenciandos acham que a biografia científica seria adequada para ser aplicada na educação básica, classificando numa escala de 0 a 5. Assim, 24 participantes classificaram em 5 a pertinência do uso da biografia em uma sala de aula da educação básica e esses alunos justificam que seria um tema adequado a abordado uma vez que jovens meninas iriam se sentir motivadas com as histórias de outras cientistas, bem como para abordar determinados conteúdos que são abordados ao longo do ano letivo.

Tabela 5: Aplicação da biografia científica na educação básica.

	Exemplo de Resposta
Identificação de outras mulheres	“sim. Para incentivar mulheres negras e de outras raças que elas têm as mesmas capacidades de ser cientistas, que o mundo precisa de muitas soluções, que no Brasil é um País rico em espécies de minérios, plantas, animais, solos, temperaturas, e que há um universo de novas possibilidades se a educação fosse levada um pouco mais a sério pelos gestores públicos e privados.” (Aluno 45)
Abordar conteúdos relacionados a química	“Sim! Pode ser assunto de 3º Ano. Compostos Orgânicos. Podendo propor uma discussão busca da ancestralidade. Tema sobre Mulheres e Ervas Medicinais; fazer que os alunos pesquisem as mulheres da família a relação com as plantas e enfermidades” (Aluno 6)

É perceptível a importância da biografia científica, não só para relatar a história do biografado, mas também para ensinar determinados conteúdos que podem ser explorados pelo professor da educação básica. Assim, o professor, além de incentivar seus alunos com a produção do conhecimento científico, ele

pode mostrar a aplicação dos conteúdos programáticos que são ensinados ao longo do ano letivo.

3.5 Influências da biografia sobre a compreensão epistemológica da produção do conhecimento

As últimas questões visaram estabelecer relações entre a leitura da biografia e a compreensão de aspectos que interferem na produção da ciência. A biografia destacava aspectos internos e externos relacionados à produção do conhecimento com o objetivo de provocar reflexões nos leitores. Assim, foi indagado: Que características da ciência e da produção do conhecimento científico seriam importantes conhecer? Dentre as respostas prevalecem os aspectos internos da própria investigação científica, com destaque para o método, tendo aparecido menções à ciência como perseguição a um problema e uma produção social (Tabela 6). Características que incluem as influências externas também foram identificadas, enfatizando suas finalidades para a sociedade, a divulgação para a população, bem como a complexidade de fatores que entram em jogo na produção do conhecimento.

Tabela 6: Visão dos licenciandos sobre características da ciência e da produção do conhecimento.

Categoria	Quantidade	Exemplo de resposta
Dimensão interna - método	18	<p>“Estudos, obstáculos, como foi estudado, como chegou até o resultado”.</p> <p>“Compreensão de que a ciência atende a um procedimento metódico cujo objetivo é conhecer, interpretar e intervir na realidade.”</p> <p>“Nunca pensei a respeito, acho que é o "erro", acho que o conhecimento científico é constituído por tentativa e erro, e por isso também que a ciência é mutável.”</p> <p>“As etapas que fizeram com que os resultados em questão fossem obtidos.”</p> <p>“O desenvolvimento dos métodos científicos por representarem a evolução de diferentes fases da ciência e os percussores de diferentes processos para resultar no atual.”</p>
Dimensão interna - problema	07	<p>“O início de como foi descoberto tal assunto.”</p> <p>“É importante sempre sabermos a base ou a origem daquela descoberta ou de algum tipo de experimento para tentarmos chegar na mesma linha de raciocínio, para nos aproximar um pouco mais das ideias e das teorias dos cientistas.”</p>

Dimensão interna – ciência como produção social	06	“Acredito que mostrar a trajetória dos cientistas e seus colaboradores, e o contexto histórico que viviam. Acredito que estes fatores acrescentam muito na aprendizagem.” “O processo de investigação que foi influenciado por diferentes questões sociais e quem foram aqueles que contribuíram.”
Dimensão externa – implicações sociais e fins da ciência	07	“A pesquisa que chega ajudar no dia a dia, serviço essencial; Tipo Alice Ball viu a realidade sobre a enfermidade, pesquisou e produziu uma solução para saúde.” “A melhoria de técnicas e procedimentos e também o descobrimento de novas tecnologias.”
Dimensão externa – ciência como anseio público	06	“Para que todos possam ter um amplo saber mesmo que essa população não seja acadêmica e serve para que a população veja como tá se desenvolvendo os estudos no mundo.” “Acho que ajudar as pessoas a entender a ciência no contexto geral e dar mais credibilidade a mesma, para a sua própria evolução, é preciso ter pessoas acreditando e confiando.”
Dimensão externa - complexidade	03	“Como os estudos e descobertas da ciência e a produção do conhecimento impactam diretamente o social, financeiro e o desenvolvimento de uma nação.” “Que a ciência não é feita de verdades e é mutável, e que a produção do conhecimento científico é complexa, porém não inacessível.”
Outros	08	“Muitas coisas, eu não saberia especificar agora.” “Todas”. “Acho que a história da ciência é um assunto importante”. “A ciência do contemporâneo”

Com base nos resultados, parece prevalecer uma perspectiva internalista, ou seja, mais relacionada à atividade científica, como seus métodos e problemas. Ainda se verifica uma forte crença no método científico, isto é, a valorização dos procedimentos e etapas que conduziram ao conhecimento seria o ponto mais importante segundo parcela dos estudantes. As respostas podem ter sido influenciadas por visões pré-formadas a respeito da ciência, bem como pela própria biografia que destaca, entre outras coisas, o desenvolvimento do “Método Ball”. Ainda que se tenha outras características da produção do conhecimento em realce na biografia construída, as visões pré-concebidas se aliam ao principal produto fruto da investigação de Alice Ball, que se configurou

como um procedimento experimental para a obtenção de ésteres do óleo de chaulmoogra. Juntamente com o método, a ênfase no problema que origina as investigações também foram destaque.

Ainda que essas características sejam limitantes para a compreensão da complexidade da atividade científica, elas compõem o que Dagher e Erduran (2014) denominaram de dimensão cognitiva-epistêmica da ciência. São as práticas próprias da ciência, dentro de uma comunidade de prática, que conduzem à certificação social do conhecimento. Dentre essas práticas, os procedimentos, os dados e sua confiabilidade, a argumentação, as hipóteses e demais componentes que dão suporte aos resultados são fundamentais, mas não emergem descoladas das variáveis sociais e dos mecanismos estruturais e de poder institucionais, políticos e econômicos.

Nessa direção, outras características do conhecimento científico também foram identificadas. Dentro do que ainda foi denominado de dimensão interna, percebeu-se a ciência como uma construção social (06 respostas). A importância da comunicação no processo científico, especialmente com o público amplo, também foi destacada, assim como uma visão sobre a complexidade. Oito respostas foram genéricas e não possibilitaram a construção de um significado mais específico.

Esses resultados permitem inferir que apesar da biografia buscar um viés mais complexo da ciência, realçando os interferentes das estruturas sociais e políticas, o texto necessita de uma mediação pedagógica para problematizar esses diferentes aspectos. A construção de sentidos é idiossincrática e o texto não é transparente, sobretudo considerando-se aspectos complexos que vão na contramão de ideias pré-concebidas e difundidas por veículos midiáticos.

A última questão buscava triangular informações com a anterior, solicitando que expressassem: Quais tipos de fatores interferem na produção do conhecimento científico? As respostas foram múltiplas, mas abarcaram 3 grandes categorias: as estruturas hierárquicas institucionalizadas (sociais, econômicas, políticas, históricas), estrutura interna (da própria produção científica) e aspectos pessoais (relacionados aos interesses e aptidões individuais). De tal modo, quando indagados mais diretamente os estudantes pontuaram a organização social e hierárquica como um dos fatores que influenciam a atividade científica.

Tabela 7: Fatores que interferem na produção do conhecimento segundo os participantes.

Categoria	Quantidade	Exemplo de resposta
Estruturas institucionais (sociais, culturais, políticas)	31	<p>“Muitos negros são impedidos de continua seus sonhos só por serem negros mulheres só por serem mulheres. O preconceito da sociedade impede o conhecimento de avançar para novas descobertas”.</p> <p>“Fatores sociais ainda influenciam muito na produção de conhecimento social. Primeiramente, porque muitas pessoas acham que fazer ciência não é um trabalho, outra, que a desigualdade social impede que muitas pessoas se interessem por ciência consigam alcançar e desenvolver essa aptidão.”</p> <p>“fator social e econômico, porque como uma pessoa vai produzir algo num ambiente em que ela não é bem vinda, por ser mulher, ou por ser negra, ou por qualquer outro motivo que não justifique, e como se esperam que um aluno produza algo enquanto ganha uma quantia ínfima da faculdade (isso quando ganha) e tem que dedicar 40h da sua semana, talvez até mais, por algo que ele não saber até quando vai durar.”</p> <p>“Principalmente, a política. Sem políticas públicas que permitam uma produção científica nas universidades com equipamentos, salários dignos para cientistas e até mesmo o reconhecimento de "cientista" como uma profissão.”</p>
Aspectos individuais e pessoais	07	<p>“A falta de leitura, e nosso apego ao conhecimento cotidiano, pois esse apego nos faz aceitar, qualquer resposta como "certa", sem que haja se quer um questionamento de nossa parte.”</p> <p>“Assim os fatores que influenciam a termos esse nível de conhecimento seria o nosso interesse em pesquisar sobre determinados assuntos de fontes confiáveis, assim formando a nossa opinião sobre o assunto e podendo elaborar ou teorizar para gerar um debate em que possa ser produtivo, assim podemos passar a outras pessoas aquilo que conhecemos.”</p>
Estrutura interna	04	<p>“Pesquisas, artigos, publicações.”</p> <p>“Para a produção do conhecimento científico é necessário ter o conhecimento onde o aparelhamento do sistema de pós-graduação, muitas vezes demorado.”</p>
Outros	13	<p>“Trazer o acesso a todos que nem todos podem ter o acesso a tal assunto.”</p> <p>“Não sei”.</p> <p>“Alienação.”</p>

		“Vários fatores”. “Na convivência do dia-a-dia.”
--	--	---

A maior parte das respostas teve por base as estruturas institucionais que compreendem diferentes fases da produção da ciência, desde seu financiamento à exclusão de grupos minoritários por meio de desigualdades históricas. Muitas respostas sinalizam para uma atuação conjunta desses fatores, desvelando um ponto de vista da complexidade inerente à ciência como uma atividade social circunscrita num contexto histórico-social particular. A falta de investimentos, por questões políticas, econômicas, de valorização social ou até negacionismo surgiram, muito provavelmente em função do contexto atualmente vivenciado.

Parcela das respostas, todavia, ainda atribui uma dimensão essencialmente individual e pessoal, assim como a estrutura interna (pós-graduação, sistema de publicações) da produção científica. Essas categorias denotam uma visão de ciência descontextualizada da sociedade, que precisa ser problematizada em diferentes vertentes. A categoria “outros” foi significativa, ou por apresentar respostas genéricas (diversos, alienação) ou por não permitir uma construção de significado que representasse um ponto de vista.

Os resultados possibilitam aventar uma interrelação entre pontos de vistas pessoais com influências da biografia, especialmente nas respostas que mencionam as questões de gênero e raça com prevalentes na atividade científica. Ainda assim, infere-se que desde esse ponto de vista epistemológico, a biografia interferiu em menor grau na problematização/reconhecimento de características da produção da ciência.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As questões relacionadas às mulheres na ciência, ainda nos tempos de hoje, é um assunto controverso. Entretanto, é necessário inseri-las para que outras mulheres compreendam os processos históricos em que se produziram as desigualdades, bem como as possibilidades de superação. As biografias científicas podem ser uma possibilidade de ferramenta metodológica no ensino de história da ciência, não para exaltar a vida de qualquer cientista, mas para mostrar as questões sociais, econômicas e todas as adversidades que um cientista biografado enfrentou durante a realização de seu estudo.

Assim, essa pesquisa teve como objetivo avaliar se os licenciandos da consideram que o uso da biografia científica é capaz de aproximar os alunos da realidade dos cientistas, auxiliando no processo de inserção na história da ciência. Para isto, foi escrita e apresentada a biografia da cientista Alice Ball para que os licenciandos compreendessem sua trajetória e identificassem e compreendessem sua participação na ciência no início do século XX.

A apresentação da biografia de Alice Ball com estudantes de cursos de licenciatura em química de diferentes universidades, mostrou que a utilização da biografia científica, gera uma identificação nos alunos com a história do biografado. Além disso, pode abordar conteúdos programáticos que podem ser explorados pelo professor que está aplicando a biografia.

Observamos também que existe uma grande dificuldade nos próprios licenciandos, mesmo a maioria dos participantes da pesquisa se identificando como gênero feminino, em citar cientistas mulheres que não sejam Marie Curie.

Além da questão de gênero, temos a questão de raça, onde foi notado que ainda existe a necessidade da desconstrução de que a ciência segue os padrões do homem branco e europeu.

A aplicação da biografia científica, nos trouxe que os participantes acreditam nos métodos científicos, valorizando os procedimentos e etapas que conduziram ao conhecimento. Mesmo com outras características da produção do conhecimento em realce na biografia construída, as visões pré-concebidas se aliam ao principal produto fruto da investigação de Alice Ball, que se configurou como um procedimento experimental para a obtenção de ésteres do óleo de chaulmoogra.

Compreendemos que uma biografia científica não deve ser utilizada de modo desconexo em sala, somente para leitura e curiosidade do leitor. Portanto, a utilização deste material em turmas da educação básica se torna recomendável, uma vez que irá instigar e ensinar aos alunos como funciona o universo da ciência, gerando assim, uma possível identificação e inserindo os estudantes no universo da ciência.

O uso do material paradidático em sala de aula não irá resolver todas as questões que ocasionam na deficiência de produção de conhecimento científico, inserção na história da ciência e principalmente as discussões de gênero e raça entre os cientistas que se fazem necessárias e vem sendo adiadas por décadas. Entretanto, a biografia científica cria a possibilidade de ser não somente um simples texto com curiosidades sobre o cientista, mas gerando identificação dos alunos através das discussões sobre a vida do biografado e mostrando como a ciência é feita.

REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GENANDSZNAJDER, F. **O planejamento de pesquisas qualitativas**. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GENANDSZNAJDER, F. Ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. 2.ed. São Paulo: Pioneira/ Thomson Learning, 2002

BIOGRAPHY. **Alice Ball Biography**. Disponível em: <<https://www.biography.com/scientist/alice-ball>> Acesso em: 25 jun. 2019.
BRITO, Ney de Carneiro. Didática Especial. São Paulo: Ed do Brasil, 1994

CAVALLI, Mariana Bolake et al. **A mulher na ciência: investigação do desenvolvimento de uma sequência didática com alunos da educação básica**, 2017. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3373/5/Mariana_Bolake2017.pdf> Acesso em: 30 jun. 2021

CHASSOT, A. (2013). **A CIÊNCIA É MASCULINA? É, sim senhora!**. *Revista Contexto & Educação*, 19(71-72), 9-28. Disponível em: <<https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1130>>. Acessado em 07 Mar. de 2019.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 2001.

CRUZ, Robson Nascimento da. **História e historiografia da ciência: Considerações para pesquisa histórica em análise do comportamento**. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, v. 8, n. 2, p. 161-178, 2006.

DEBUS, A. G. **The relationship of science-history to the history of science**. *Journal of Chemical Education*, v. 48, n. 12, p. 804-805, 1971.

DUBAR, C. **A socialização: construção das identidades sociais e profissionais**. Tradução Andréa Stahel M. da Silva. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

ELIAS, Marcelo Alberto; DE OLIVEIRA PEREIRA, Ana Caroline. **A invisibilidade da mulher negra na Ciência: uma análise a partir de livros didáticos de Ciências e Biologia**. *Revista Educar Mais*, v. 5, n. 3, p. 491-499, 2021.

EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

EL JAMAL, Natasha Obeid; GUERRA, Andreia. **O lado invisível na história da ciência: uma revisão bibliográfica sob perspectivas feministas para a**

educação científica. Revista Debates em Ensino de Química, v. 6, n. 2, p. 311-333, 2020.

EL PAÍS. **Alice Ball, pioneira no tratamento da hanseníase.** Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2018/03/02/ciencia/1520007783_804680.html> Acesso em: 25 jun. 2019.

FALEIROS, Fabiana et al. **USO DO QUESTIONÁRIO VIRTUAL E DIVULGAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE COLETA DE DADOS EM ESTUDOS CIENTÍFICOS.** Texto contexto - enferm. , Florianópolis, v. 25, n. 4, e3880014, 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072016000400304&lng=en&nrm=iso>. acesso em 19 de maio de 2020. Epub 24 de outubro de 2016. <https://doi.org/10.1590/0104-07072016003880014> .

FLECHA, R. **Compartiendo Palabras. El aprendizaje de las personas adultas a través del diálogo.** Barcelona: Editora Paidós, 1997.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades.** Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995.

Handelsman, Jo et al **More women in science.** Science, v.309, August, p.1190-1191, 2005.

Helge, K. **The Biographical Approach.** In An Introduction to the Historiography of Science. England: Cambridge University Press, 1989.

HELTZEL E WEMANGEP. C; P. Alice A. Augusta Ball Young Chemist Gave Hope to Millions. **ChemMatters**, USA, p. 16-19, fev/2007. Disponível em: <<http://patriotssch4u1.pbworks.com/w/file/58207153/Alice%20Ball.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

LETA, Jacqueline, **As mulheres na ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso.** Estudos Avançados, v.17, n.49, p.1-14, 2003.

LÖWY, I. **Ciências e gênero.** In: HIRATA, H. et al. (Org.). Dicionário crítico do feminismo. São Paulo: Editora UNESP, 2009. p. 40-44.

LUDWIG, Valdemir; LUDWIG, Z. M. D. C; JUNQUEIRA, G. M. A. **Uso de Softwares de Visualização no Ensino: Uma Proposta Para Atrair Meninas Para Carreiras Científicas.** Ciência em dia: Jornadas de divulgação científica – Ciência para a redução das desigualdades, Juiz de Fora, v. 1, n. 1, p. 45-66, jan./2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/G_Junqueira/publication/340814786_Uso_de_Softwares_de_Visualizacao_no_Ensino_Uma_Proposta_Para_Atrair_Meninas_Para_Carreiras_Cientificas/links/5eb32d0545851523bd497410/Use-de-Softwares-de-Visualizacao-no-Ensino-Uma-Proposta-Para-Atrair-Meninas-Para-Carreiras-Cien. Acesso em: 7 jan. 2021.

MACHADO, A. M. **Como e por que ler os clássicos universais desde cedo**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2002.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **História da ciência: objetos, métodos e problemas**. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência**. p. 115-145, in: ALFONSO GOLDFARB, Ana Maria & BELTRAN, Maria Helena Roxo (eds.). *Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: EDUC / Livraria de Física / FAPESP, 2005.

MELO, Hildete Pereira de ; LASTRES, H. M. M. **Ciência e tecnologia numa perspectiva de gênero: o caso do CNPq**. In: Santos, Lucy W. et al. (orgs.) **Ciência, tecnologia e gênero: desvelando o feminino na construção do conhecimento**. Londrina: IAPAR, 2006. p.131-160.

MORA, A. M. S. **A divulgação da ciência como literatura**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência/ UFRJ, 2003.

NYE, M. J. **Scientific Biography: History of Science by another means?** *Isis*, v. 97, n. 2, p.322-329, 2006.

SANTOS, Fernando Sergio Dumas dos; SOUZA, Letícia Pumar Alves de; SIANI, Antonio Carlos. **O óleo de chaulmoogra como conhecimento científico: a construção de uma terapêutica antileprótica**. *Hist. cienc. saude-Manguinhos*, Rio de Janeiro , v. 15, n. 1, p. 29-46, Mar. 2008 Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702008000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 jun. 2019.<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-5970200800010000>

SOIHET, Rachel. **História, Mulheres, Gênero: contribuições para um debate**. In: AGUIAR, Neuma (org.) *Gênero e Ciências Humanas: desafio às ciências desde a perspectiva das mulheres*. Rio de Janeiro, Rosa dos Tempos, 1997, p.95-114.

TERRAL, M. **Biography as cultural History of Science**. *Isis*, v. 97, n. 2, p. 306-313, 2006.

TRINDADE, L. D. S. P; BELTRAN, M. H. R; TONETTO, Sonia Regina; **Práticas e Estratégias feministas: histórias de mulheres nas ciências da matéria**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016. p. 1-122.

URIAS, Guilherme; ASSIS, Alice. **As biografias de cientistas e suas aplicações no ensino de ciências**. *ComCiência*, Campinas, In. 155, Feb. 2014 . disponível em <http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542014000100010&lng=en&nrm=iso>. acessado em 25 de Mar. 2020.

VELHO, L. Prefácio. In: SANTOS, L. W.; ICHIKAWA, E. Y.; CARGANO, D. F. (Org.) *Ciência, tecnologia e gênero: desvelando o feminino na construção do conhecimento*. Londrina: IAPAR, 2006. p. xiii-xviii.

WASELFISZ, J. J. **Mapa da Violência 2015** – Homicídios de Mulheres no Brasil. Faculdade Latino-Americana de Ciências Sociais, Flacso Brasil/Entidade das Nações Unidas para a Igualdade de Gênero e o Empoderamento das Mulheres/Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres Ministério das Mulheres, da Igualdade Racial e dos Direitos Humanos. Brasília-DF, 2015. Disponível em: <https://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2015/MapaViolencia_2015_mulheres.pdf.> Acessado em 8 Mar. De 2019.

WALKERDINE, Valerie. **O raciocínio em tempos modernos. Educação e Realidade**, Porto Alegre, vol. 20, nº 2, 1995.

APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO

Questionário a ser respondido pelos/as participantes (docentes da Educação Básica)

1. Gênero: _____.
2. Ano em que se graduou: _____.
3. Qual o seu nível de formação atual. Graduação incompleta Graduação completa.
Especialização completa.
Especialização completa.
Mestrado em andamento.
Mestrado completo.
Doutorado em andamento.
Doutorado completo.
4. Atua há quanto tempo na educação básica? _____.
5. Em algum momento do seu processo formativo você teve a oportunidade de discutir questões ligadas às mulheres na ciência? Se sim, descreva brevemente.
6. Em algum momento da sua atuação docente, você sentiu necessidade ou abordou o tema “mulheres na ciência”? Se sim, como? Se não, já pensou sobre o assunto?
7. Numa escala de 1 a 5 (sendo 1 o nível mais baixo e 5 o mais alto), qual o seu nível de interesse por história da ciência? Justifique.
8. Cite o nome de até três cientistas mulheres e suas contribuições científicas.
9. Cite o nome de até três cientistas homens e suas contribuições científicas.

10. É mais difícil lembrar de cientistas homens ou mulheres? Por quê?
11. Qual seu ponto de vista sobre trazer para as aulas de química a história de mulheres e sua atuação dentro da ciência?
12. A leitura do texto influenciou seu ponto de vista sobre o tema?
() Sim () Não. Justifique.
13. Antes de ler o material, você já tinha ouvido falar sobre Alice Ball? () sim
() não
14. Numa escala de 1 a 5 (sendo 1 para o mais baixo nível e 5 para o mais alto), o texto lido foi interessante para você?
15. Numa escala de 1 a 5 (sendo 1 para o mais baixo e 5 para o mais alto), qual o seu nível de compreensão do texto?
16. Numa escala de 1 a 5, este texto seria adequado para a educação básica?
17. Você utilizaria esse material em suas aulas?
() sim () não. Como? Para quais finalidades?
18. Que características da ciência e da produção do conhecimento científico você acredita ser importante conhecer?
19. Quais tipos de fatores interferem na produção do conhecimento científico? Justifique.
20. Numa escala de 1 a 5 (sendo 1 para o mais baixa nível e 5 para o mais alto), você acredita ser importante discutir a produção do conhecimento científico com os estudantes?
Justifique.

Validação do questionário

1) As questões estão divididas em 3 blocos:

- Caracterização dos participantes
- Compreensão/dificuldade do leitor e avaliação do texto
- Uso do texto

- a) Numa escala de 1 a 5 (sendo 1 para o mais baixo e 5 para o mais alto), tais aspectos estão contemplados no questionário?
- b) Você propõe alguma alteração nas questões de modo a deixá-las menos ambíguas e mais compatíveis aos 3 blocos?

2) As questões foram elaboradas para favorecer reflexões: I) sobre a participação das mulheres na ciência; II) sobre a história como possibilidade pedagógica para fomentar essa discussão; III) bem como sobre questões da epistemologia da ciência.

- a) Numa escala de 1 a 5 (sendo 1 para o mais baixo e 5 para o mais alto), tais aspectos estão contemplados no questionário?
- b) Você propõe alguma alteração nas questões de modo a deixá-las menos ambíguas e contemplar os objetivos propostos para o questionário?

3) Caso tenha, apresente qualquer sugestão para a melhoria do questionário.

APÊNDICE II- PRODUTO EDUCACIONAL

ALICE BALL: Mulher, negra e química no início do século XX

Stephanie Silva Weigel Gomes

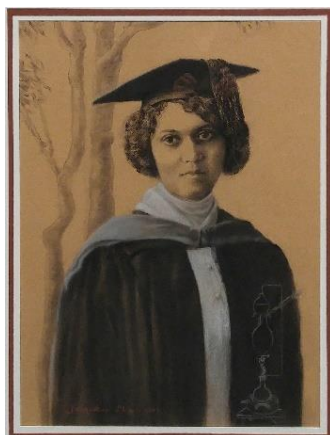
Wilmo Ernesto Francisco Junior

Você consegue imaginar estar doente, precisar ser isolado sabendo que não irá voltar para sua casa, a ponto de não poder se despedir de sua família, dar um abraço e pior, a área que você se encontrava estar totalmente inabitável? Isso era o que acontecia com as pessoas que possuíam hanseníase, ou como conhecida na época, a temida lepra. O isolamento era total e todos os locais que você passou e tudo o que tocou ou usou entraria em desuso.

No início do século XX a doença começou a se espalhar de um modo desenfreado, e, como não havia cura, a única solução era o isolamento para evitar que mais pessoas fossem infectadas. Dessa forma, a busca por um tratamento que fosse capaz de parar a doença e que evitasse a contaminação de outras pessoas foi o objetivo de alguns cientistas. A partir deste interesse, em 1915, a cientista Alice Ball conseguiu desenvolver ésteres derivados dos ácidos chaumúgrico e hidnocárpico que seriam solúveis em água e, portanto, poderiam ser injetados no organismo. Estes ésteres se mostraram relativamente eficazes no tratamento da hanseníase e foram uma das melhores opções para a doença até aproximadamente 1940, quando antibióticos e corticoides passaram a ser utilizados garantindo maior efetividade no tratamento.

Quem foi Alice Ball?

Figura 1: Alice Ball.



Fonte: Biblioteca da Universidade do Haváí.⁹

Filha de James Presley e Laura Louise Ball, a terceira filha entre os quatro filhos do casal, Alice Augusta Ball nasceu em 24 de julho de 1892, na cidade de Seattle, Estado de Washington nos Estados Unidos numa família que desfrutava de boas condições socioeconômicas, especialmente para o contexto dos negros da época. Seu avô era fotógrafo, sobretudo de importantes líderes negros, e se tornou famoso por ser o primeiro afro-americano a imprimir fotografias em placas de metal. Seu pai se dividia entre fotografia, advocacia e a editoria de um jornal local direcionado à comunidade negra. Sua mãe, Laura Louise Ball, e uma tia, também eram fotógrafas. Essa atmosfera provavelmente levou Alice a auxiliar nos preparos fotográficos e ao interesse em aspectos químicos. Durante a infância de Alice, entre 1902 e 1904, a família se mudou para Honolulu, no Haváí. Seu avô desenvolveu reumatismo e por essa razão acreditava-se que o clima quente poderia ajudar em uma melhor qualidade de vida. Após a morte do avô, em 1904, a família Ball retornou para Seattle.

Em 1906, Alice ingressou no *Seattle High School* (Escola de Ensino Médio de Seattle), finalizado em 1910 com altas notas, especialmente em ciências. Após a conclusão do *High School*, Alice iniciou os estudos superiores pela Universidade de Washington. Em 1912 obteve a graduação em química farmacêutica e dois anos depois recebeu seu segundo diploma, em farmácia, também pela Universidade de Washington. Em 1914 Alice publicou com seu orientador William Dehn um artigo no importante periódico da Sociedade Americana de Química (*Journal of the American Chemical Society*): “Benzoylations in ether solution” (Reações de benzoilação em soluções de éter). Isso é um fato marcante, considerando o contexto altamente segregado para negros e mulheres no início do século XX, especialmente no campo profissional e acadêmico, o que torna o feito duplamente digno de nota. Neste artigo são descritas reações de sínteses de compostos químicos em que o grupo químico denominado benzoíla ($C_6H_5CO^-$) é introduzido a outra molécula em meio de éter etílico. Benzoílas são radicais orgânicos (Figura 2) derivados do ácido benzóico.

⁹ Disponível em: < <https://manoa.hawaii.edu/library/about/organization/artwork/alice-augusta-ball-1892-1916/>> acesso em junho 2020.

Derivados de benzoílas possuem várias aplicações clínicas dermatológicas, entre elas para acne.

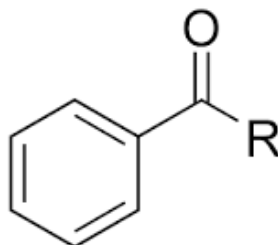


Figura 2. Representação estrutural do grupo benzoíla.

Tais feitos fizeram com que diferentes universidades oferecessem bolsas para Alice prosseguir os estudos, entre elas a Universidade da Califórnia e Universidade do Havaí. Ball decide então retornar sozinha ao Havaí, já que sua família ainda residia em Seattle, ato de coragem para uma jovem garota negra. Em junho de 1915, torna-se a primeira afro-americana com mestrado em química, tendo conduzido um estudo sobre a *Piper Methysticum*, uma planta medicinal utilizada para tratar ansiedade e insônia. O trabalho intitulado *Constituintes químicos da Piper Methysticum* (originalmente como *The Chemical Constituents of Piper Methysticum*) investigava a composição química e o princípio ativo presente na planta. Aos 23 anos de idade, Ball conseguiu outro marco histórico, sendo nomeada a primeira mulher a ser instrutora do departamento de química na Universidade do Havaí. Foi neste período que ela desenvolveu os estudos com o óleo de chaulmoogra para o tratamento de hanseníase.

Entretanto, pouco tempo depois, em pleno desenvolvimento de suas pesquisas com o óleo de chaulmoogra, Alice Ball ficou doente e retornou para Seattle com o objetivo de se tratar. Após o período de alguns meses sob tratamento, em 31 de dezembro de 1916, aos 24 anos, a jovem química morre. Um jornal na época publicou que a causa de sua morte teria sido intoxicação por gás cloro, ocorrida durante suas aulas de ensino de laboratório. Ball estava demonstrando o uso de máscaras de gás, em preparação para um ataque desde a Primeira Guerra Mundial. Entretanto, não se sabe a verdadeira causa de sua

morte, uma vez que seu atestado de óbito foi adulterado, constando como causa tuberculose.

A hanseníase e o óleo de chaulmoogra

Descoberto em 1873 pelo médico norueguês Gerhard Armauer Hansen, o bacilo *Mycobacterium leprae* é o agente causador da lepra (nome muito empregado inicialmente) ou hanseníase (nome dado em homenagem ao médico que descobriu o causador). Hoje em dia sabemos que esta enfermidade é transmitida por secreções, em geral a saliva que se espalha em gotículas pelo ar pelo simples ato de falar, respirar, tossir e beijar. Entretanto, antigamente se acreditava que o simples contato era suficiente para que alguém fosse contaminado.

A hanseníase é uma doença antiga, conhecida há pelo menos 4000 anos e bastante retratada nos tempos bíblicos. Ela se prolifera com mais facilidade em áreas úmidas e quentes, podendo contaminar desde recém-nascidos a idosos. Quando desenvolvido, o *Mycobacterium leprae* pode afetar pele, nervos periféricos, membranas mucosas do trato respiratório, olhos, rins, testículos, fígado e baço. A deformação causada na pele por alguém infectado é visível, podendo ser devastadora e irreversível. Historicamente, tentativas de tratamento envolveram mercúrio, arsênio, antimônio, cobre, corantes, estricnina, dieta e, num período mais recente cirurgia e raios-X. O óleo de chaulmoogra também já era usado desde o século 14 na China e Índia. Atualmente a doença tem tratamento e cura¹⁰.

Nos Estados Unidos, a doença começou a se espalhar desordenadamente no início do século XX. A única solução encontrada para evitar a proliferação da bactéria era o isolamento total do indivíduo contaminado. Dessa forma, oficiais chegavam até as casas dos contaminados e os levava para o leprosário de Kalaupapa, localizado na ilha de Molokai, no Havaí.

O óleo de Chaulmoogra havia sido introduzido no Havaí em 1879, mas não teve seu uso difundido devido aos resultados pouco confiáveis, embora alguns pacientes demonstrassem melhorias notáveis. As primeiras tentativas faziam uso de aplicação na pele, com pouca efetividade. A ingestão oral do

¹⁰ A doença pode ser tratada através do uso da chamada poliquimioterapia, em que se emprega uma mistura de antibióticos e corticoides. O tratamento dura de 6 a 12 meses e interrompe a evolução da doença, mas não reverte as possíveis deformações, por isso a importância de ser diagnosticada precocemente.

óleo também foi utilizada. Todavia, este tratamento tinha muitos efeitos colaterais, causando náuseas, uma vez que os pacientes tinham sérias rejeições à ingestão devido ao sabor apresentado. Na última década do século XIX o óleo começou a ser administrado por injeções intramusculares e subcutâneas. Embora eliminassem as náuseas derivadas do uso oral, a densidade elevada e sua pouca solubilidade em água, conseqüentemente baixa solubilidade no sangue, resultavam em dor aguda, inchaços e febre, gerando verdadeiro pânico entre os pacientes.

Foi entre 1915 e 1916 que Harry T. Hollmann, médico no Hospital Kalihi, um dos hospitais que recebia enfermos de hanseníase para tratamento, buscando alternativas mais efetivas para a doença, convidou Alice Ball para realizar uma pesquisa sobre o óleo. Hollmann tinha trabalhado na Estação de Investigação da Hanseníase, aberta em Kalaupapa em 1909 com financiamento federal. Desde então, aprofundou seu interesse pelo óleo de chaulmoogra.

Alice Ball, que finalizara meses antes sua dissertação estudando a planta *Piper Methysticum* e trabalhava como instrutora de Química na Universidade do Hawaí, foi convidada em razão desta experiência e de seu conhecimento químico, debruçando-se então sobre um trabalho experimental com o óleo de chaulmoogra. A Chaulmoogra é uma planta (Figura 3) da família das *Achariaceae*, originária da Ásia, em países como Malásia, Indonésia e Filipinas.

Figura 3. Planta de Chaulmoogra.



Fonte: Plants of Saint Lucia¹¹

Achariaceae são plantas com flôr e, no caso da chaulmoogra esse florescimento (Figura 4A) dá origem ao fruto (Figura 4B). A obtenção do óleo é feita por extração das sementes da planta que apresenta de 40-45% de óleo.

Figura 4. Florescimento da planta chaulmoogra.



Fonte: Wikimedia commons¹²

Figura 5. Fruto da planta chaulmoogra.



Fonte:Wikimedia commons¹³

¹¹ Disponível em:< Fonte: <http://www.saintlucianplants.com/cultivated/hydnanth/hydnanth.html>.> Acesso em :maio 2020

¹² Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25006612>. >Acesso em maio 2020.

¹³ Disponível em: < <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marotti.jpg>> Acesso maio 2020.

A composição química do óleo havia sido investigada em 1904, em um estudo que isolou uma série de ácidos graxos, incluindo os ácidos hidnocárpico e chaulmúgrico, considerados os responsáveis pela ação terapêutica nos casos de lepra. Os ácidos hidnocárpico e chaulmúgrico são compostos químicos de longas cadeias carbônicas. Com isso, apesar de uma das extremidades exibir características polares devido ao grupo ácido carboxílico, prevalecem as características físico-químicas não-polares. Entre elas está a insolubilidade em água do óleo de chaulmoogra, bem como uma textura viscosa devido às forças de interação entre as cadeias carbônicas. Essas características impossibilitavam bons resultados e trazia as complicações pelo seu uso direto. Os pacientes que recebiam o tratamento com o óleo descreveram as injeções como algo que queimava ao entrar em contato com a pele.

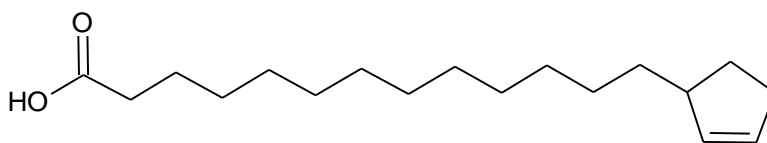


Figura 6. Representação estrutural do ácido chaulmúgrico ($C_{18}H_{32}O_2$).

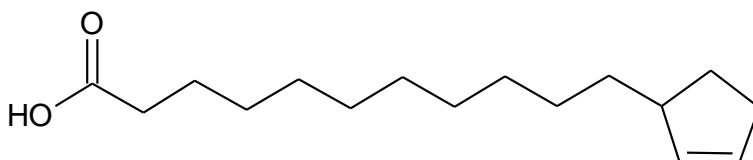


Figura 7. Representação estrutural do ácido hidnocárpico ($C_{16}H_{28}O_2$).

Ao se formular uma droga, seja ela qual for, a solubilidade em água é uma propriedade altamente desejável, na medida em que o percurso no organismo (que é formado em sua maioria por água) é favorecido. Por esses motivos, muitos dos medicamentos são produzidos em forma de sal. Pode-se preparar o sal de um ácido carboxílico tratando-o com uma base de hidróxido de sódio, conforme representação a seguir:



Figura 8. Equação para a reação de formação do sal de sódio de um ácido.

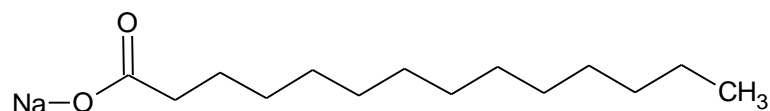


Figura 9. Representação estrutural de molécula componente do sabão.

Assim, os sais de sódio dos ácidos chaulmoágricos e hidnocárpicos seriam solúveis em água e poderiam ser administrados com maior eficácia. Este foi o caminho adotado em 1916 por Sudhamony Ghosh, um médico que trabalhava na Índia. A partir dos ácidos graxos isolados, ele os converteu nos seus respectivos sais sódicos, que foram então testados pelo médico Leonard Rogers no tratamento da hanseníase. Os resultados de Rogers indicaram que 40% de 51 pacientes tiveram suas lesões completamente eliminadas.

Todavia, um sério inconveniente derivava da possibilidade destes sais agirem como sabão no organismo. Sabões e detergentes são compostos que apresentam longas cadeias orgânicas cujas extremidades são polares, permitindo-as interagir tanto com substâncias polares com a água ou apolares como as gorduras. Assim, o efeito colateral para essa forma derivada do óleo quando injetado no organismo seria uma possível hemólise (alteração, dissolução ou destruição dos glóbulos vermelhos do sangue, tanto fisiológica quanto patológica, com liberação de hemoglobina). Ainda assim, o uso se mostrou mais eficiente e menos danoso do que sua forma natural. Foi justamente para tentar resolver este problema científico que Hollmann convidou Alice. Nas palavras dele: “Após um volumoso trabalho experimental, a senhorita Ball resolveu este problema para mim produzindo ésteres etílicos dos ácidos graxos encontrados no chaulmoogra”.

A síntese de Ball

Observando a estrutura molecular do óleo de chaulmoogra, Alice percebeu que eram cadeias de éster metílico de ácido graxo. O óleo não tratado consiste em uma variedade de diferentes ácidos carboxílicos com elevadas massas moleculares. Sendo assim, um éster poderia ser preparado a partir de um ácido carboxílico, reagindo-o com um álcool, geralmente na presença de outro ácido que funciona como catalisador. Um álcool tem como grupo funcional -OH, e um ácido carboxílico apresentam o grupo carboxila, representado pela fórmula geral -OOH, ou -COOH. O éster etílico de um ácido é formado usando etanol como o álcool.

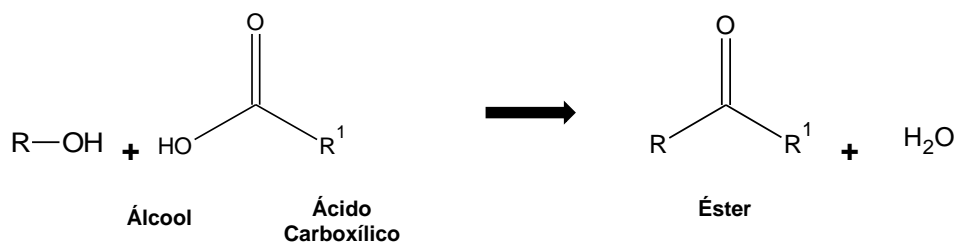


Figura 10. Formação do éster de um álcool e um ácido carboxílico. R e R' representam dois grupos diferentes de hidrocarbonetos.

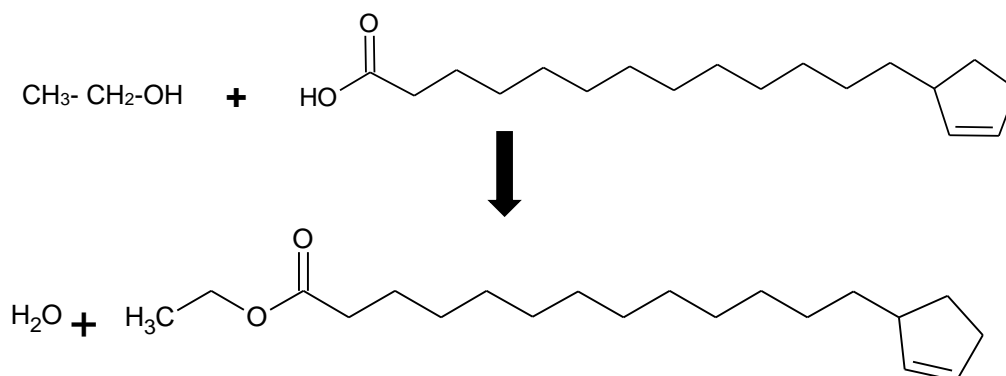


Figura 11. Formação do éster etílico do ácido chaulmúgrico.

O éster etílico criado por Ball a partir do composto do óleo foi capaz de reduzir a viscosidade dos derivados do chaulmoogra. A técnica criada para tornar o óleo de chaulmoogra injetável e absorvível pelo organismo, envolvendo isolamento de compostos éster etílicos dos ácidos graxos do óleo, ficou conhecida como “Método Ball”. Ao lançar o extrato solúvel, os médicos

começaram a relatar sucesso no tratamento, concedendo inclusive a liberação dos pacientes para casa. As pessoas que contraíam lepra não precisavam mais de isolamento, evitando-se mortes prematuras. O método permaneceu sendo utilizado até 1940, com a chegada de novas formas mais eficazes que incluem antibióticos.

A Ciência não é simples

Em função da morte precoce, Alice não chegou a publicar seus estudos com o óleo de chaulmoogra. O presidente da Universidade do Havaí, Arthur L. Dean, continuou este trabalho e começou a produzir grandes quantidades do extrato do óleo para os pacientes. Ele chegou a publicar o trabalho chamando a técnica de “Método Dean”. O nome da jovem química, teria caído em esquecimento se Harry Hollmann não tivesse publicado em 1922 o artigo “Os ácidos graxos do óleo de chaulmoogra e o tratamento da hanseníase e outras doenças” (originalmente *The fatty acids of chaulmoogra oil in the treatment of leprosy and other diseases*) na revista *Archives of Dermatology* (Arquivos de Dermatologia).

No artigo, Hollmann descreve com detalhes o trabalho experimental de Ball, evidenciando sua participação e denominando o processo de “Método Ball”, alegando que os procedimentos de Dean eram idênticos aos de Alice, e que a única alteração promovida não teria qualquer efeito nos produtos químicos finais.

Obviamente que o trabalho de Ball foi precedido de outros, que identificaram as características bactericidas do óleo de chaulmoogra e trabalharam no isolamento dos seus princípios ativos. A busca por compostos solúveis, como os sais também auxiliaram a compreensão de que era precisa modificar quimicamente os bioativos iniciais. Isso demonstra o processo coletivo e social da construção do conhecimento científico. Ao mesmo tempo, este conhecimento não é livre da neutralidade. Crenças e interesses intrínsecos ao ser humano interferem, como a apropriação indevida dos procedimentos experimentais de Ball por Dean.

Também não se conhece as reais condições em que Alice desenvolvia suas pesquisas. É provável que ela tenha realizado os experimentos no período

noturno, já que trabalhava como instrutora durante o dia. Seria pouco provável que uma jovem mulher negra cientista tivesse qualquer tratamento diferenciado ou compreensão num universo no qual existiam apenas homens.

Por fim, esse caso histórico também mostra como uma ideia científica que é aceita em um determinado período histórico pode ser modificada e cair no esquecimento. O tratamento com hanseníase usando derivados de chaulmoogra foi muito empregado no início do século passado e permitiu, pela primeira vez, que os enfermos fossem liberados para o contato social. Todavia, este tipo de tratamento foi abandonado e não é mais difundido nos tempos atuais, evidenciando a ciência como algo mutável. O desenvolvimento de antibióticos trouxe novos produtos, mais sólidos no tratamento. Ainda assim, essa mutabilidade mostra que o uso de antibióticos precisa ser cuidadoso. Seu emprego em demasia e sem os devidos procedimentos está criando as chamadas “super” bactérias, altamente resistentes devido a um processo de seleção natural.

Enfim ... um reconhecimento

Em 2000, 90 anos depois, a Universidade do Havaí homenageou Ball dedicando uma placa a ela na única árvore chaulmoogra presente na instituição e reconhecendo sua pesquisa. O governador do Havaí Mazie Hirono declarou em 29 de fevereiro do mesmo ano o “Alice Ball Day”, essa data é comemorada a cada quatro anos no estado. Em 2007 Ball recebeu um Medalha de Distinção, da Universidade do Havaí. Em 2016, a Hawai'i Magazine publicou uma lista, onde Alice Ball foi considerada uma das mulheres mais influentes da história havaiana.

A produção do conhecimento científico envolve muitas engrenagens que trabalham coletivamente. Algumas poucas personagens ficam marcadas para toda a história, como se tudo fizeram sozinhas; enquanto a maioria são pouco ou nada reconhecidas. Todavia, mesmo essas figuras menos conhecidas tiveram e têm um papel relevante para que o conhecimento possa ser construído e partilhado. Deste ponto de vista, a ciência não é construída por poucos indivíduos heroicos, mas é uma construção social cujo trabalho desenvolvido pelos protagonistas foi possível somente por causa de outros cientistas que, por

muitas razões, permanecem quase desconhecidos. Isso (quase) aconteceu com Alice Augusta Ball: mulher, negra e química do início do século XX.

Bibliografia consultada

BIOGRAPHY. **Alice Ball Biography.** Disponível em: <<https://www.biography.com/scientist/alice-ball.>> Acesso em: 25 jun. 2019.

EIDT, Letícia Maria. Breve história da hanseníase: sua expansão do mundo para as Américas, o Brasil e o Rio Grande do Sul e sua trajetória na saúde pública brasileira. **Saude soc.**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 76-88, Ago. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902004000200008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 jun. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902004000200008>

EL PAÍS. **Alice Ball, pioneira no tratamento da hanseníase.** Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2018/03/02/ciencia/1520007783_804680.html> Acesso em: 25 jun. 2019.

FIOCRUZ. **Artigo apresenta enfoque histórico sobre o tratamento da hanseníase e o uso de planta.** Disponível em: <<https://agencia.fiocruz.br/artigo-apresenta-enfoque-hist%C3%B3rico-sobre-o-tratamento-da-hansen%C3%ADase-e-o-uso-de-planta>> Acesso em: 25 jun. 2019.

HELTZEL E WEMANGEP. C; P. Alice A. Augusta Ball Young Chemist Gave Hope to Millions. **ChemMatters**, USA, p. 16-19, fev/2007. Disponível em: <<http://patriotssch4u1.pbworks.com/w/file/58207153/Alice%20Ball.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

HISTORY OF SCIENTIFIC WOMEN. **Alice BALL.** Disponível em: <<https://scientificwomen.net/women/ball-alice-121>> Acesso em: 25 jun. 2019.

INCLUSIVE NETWORK RESEARCH. **Alice Ball**. Disponível em: <<https://www.ccd.edu.au/services/IRN/2018/A.%20Ball.pdf>. > Acesso em: 25 jun. 2019.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **How the Woman Who Found a Leprosy Treatment Was Almost Lost to History**. Disponível em: <<https://news.nationalgeographic.com/2018/02/alice-ball-leprosy-hansens-disease-hawaii-womens-history-science/>. > Acesso em: 25 jun. 2019.

SANTOS, Fernando Sergio Dumas dos; SOUZA, Letícia Pumar Alves de; SIANI, Antonio Carlos. O óleo de chaulmoogra como conhecimento científico: a construção de uma terapêutica antileprótica. **Hist. cienc. saude-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 29-46, Mar. 2008 Disponível em. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702008000100003&lng=en&nrm=iso >. Acesso em: 25 jun. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-5970200800010000>