



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA LICENCIATURA
EM QUÍMICA

Letícia Monteiro dos Passos

**Mulheres na Ciência: contribuições e possibilidades de abordagem no Ensino de
Química**

Florianópolis

2025

Letícia Monteiro dos Passos

Mulheres na Ciência: contribuições e possibilidades de abordagem no Ensino de Química

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Passos Sá

Florianópolis

2025

Passos, Letícia Monteiro dos

Mulheres na Ciência: contribuições e possibilidades de abordagem no Ensino de Química /Letícia Monteiro dos Passos ; orientadora, Luciana Passos Sá, 2025.

52 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Química -
Licenciatura, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

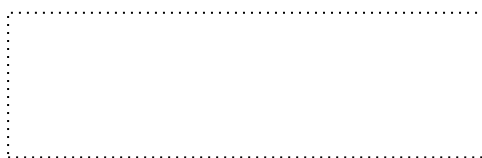
1. Química - Licenciatura. 2. Ensino de Química. 3. Mulheres na ciência. 4. Gênero. I. Sá, Luciana Passos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Química - Licenciatura. III. Título.

Letícia Monteiro dos Passos

Mulheres na Ciência: contribuições e possibilidades de abordagem no Ensino de
Química

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de
“Licenciada em Química” e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Química.

Florianópolis, 10 de Julho de 2025.



Prof. Miguel Soriano Balparda Caro
Coordenação do Curso

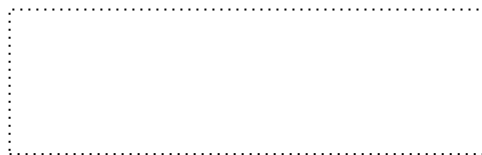
Banca examinadora



Prof.(a) Luciana Passos Sá, Dr.(a)
Orientador(a)



Prof.(a) Anelise Maria Regiani, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.(a) Joice Hinkel, Mª
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, minha mãe Cleide, meu pai Sérgio e irmão Lucas, que durante toda minha vida foram a base na qual me estruturei, cresci e tornei quem eu sou. Eles que sempre estiveram ao meu lado, apoiando, ajudando e me amando faça chuva ou faça sol. Sou grata a Deus ter me dado a oportunidade de chamá-los de família.

Agradeço à minha companheira Giulia, por dividir a vida comigo de uma maneira tão linda. Obrigada por me incentivar a seguir meus sonhos mesmo quando eu mesma não acredito, por ser a pessoa que comemora cada pequena conquista e me acalma quando não consigo fazer isso sozinha.

Aos amigos que a UFSC me proporcionou, Emyli, Sarah, Bruna e Guilherme, obrigada por cada risada, conversa e aprendizado nestes anos de graduação. Minha vida é mais completa com vocês.

Agradeço à minha melhor amiga Beatriz, que mesmo longe não deixa de ser uma irmã de coração, cujo apoio e carinho nunca me faltaram em sete anos de amizade.

Aos amigos que fiz ao longo da jornada, Bárbara e Manu, obrigada por me ensinarem muito mais do que somente a Química, por serem uma inspiração de força e gentileza.

Ao Felipe Cassini, Livia e Ana Paula, por terem me dado oportunidades de trabalhar em locais onde aprendi muito e conheci pessoas incríveis.

Agradeço à minha orientadora Prof^a. Dr^a. Luciana Passos Sá, por me auxiliar na realização deste trabalho e contribuir de forma significativa para minha formação profissional e pessoal.

Agradeço também às integrantes da banca examinadora, Prof^a. Dr^a. Anelise Maria Regiani e Prof^a. M^a. Joice Hinkel, pela disponibilidade e contribuições ao longo deste trabalho.

Por fim agradeço a UFSC, pelo ensino de qualidade, público e gratuito, assim como todos que tiveram qualquer tipo de contribuição na caminhada até aqui.

RESUMO

A história da mulher na ciência é marcada por percalços que foram, e ainda seguem sendo enfrentados. Dentre tais obstáculos destaca-se a falta de representatividade em áreas científicas, em cargos de liderança ou na vida acadêmica de modo geral. Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como propósito evidenciar contribuições científicas feitas por mulheres no âmbito da Química. Visamos com isso contribuir com a diminuição do apagamento de conquistas femininas do imaginário social, assim como usar da representatividade como estratégia de valorização feminina em uma aula de Química. A metodologia usada para isso foi amparada na pesquisa bibliográfica, estipulando critérios como período histórico, nacionalidade e contribuições para a seleção das cientistas. Deste modo, este trabalho apresenta aspectos da história de mulheres na ciência, destacando como a trajetória feminina foi e ainda é marcada pela discriminação de gênero. Também apontamos possibilidades de abordagem das contribuições científicas destas mulheres no ensino de química, dentre elas: Alice Ball, Marie Meudrac, Agnes Pockles, Aline Castro e Viviane dos Santos Barbosa. Tal trabalho pode ter como ramificações futuras, o estudo de outras cientistas com origem de outros países, por vezes marginalizados, que devem ser valorizadas por suas contribuições.

Palavras-chave: Mulheres na ciência; Química; Gênero.

ABSTRACT

The history of women in science has been characterized by a series of challenges that, although partially overcome, continue to persist. Among the most significant of these barriers are the lack of representation in scientific fields, limited access to leadership positions, and underrepresentation in academic environments more broadly. This undergraduate thesis aims to highlight the scientific contributions of women within the field of Chemistry. By doing so, it seeks to contribute to the reduction of the historical erasure of women's achievements from collective memory, while also promoting female representation as a pedagogical strategy for the empowerment and recognition of women in Chemistry education. The methodology employed for this purpose was based on bibliographic research, establishing criteria such as historical period, nationality, and contributions for the selection of the scientists. To this end, the present study explores key aspects of the historical trajectory of women in science, with particular attention to how their paths have been and, in many cases, continue to be, shaped by gender-based discrimination. Furthermore, it proposes didactic approaches to incorporating the scientific legacies of notable women into Chemistry teaching practices. Among the figures discussed are Alice Ball, Marie Meurdrac, Agnes Pockels, Aline Machado de Castro and Viviane dos Santos Barbosa. This work may have future ramifications, such as the study of other scientists from countries that are often marginalized, whose contributions deserve to be recognized and valued.

Keywords: Women in Science; Chemistry; Gender.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Mulheres cientistas consideradas na análise.....	17
Quadro 2 - Categorias de Análise.....	18
Quadro 3 - Proposta de atividades a partir da obra de Alice Ball.....	25
Quadro 4 - Proposta de atividades a partir da obra de Marie Meurdrac.....	28
Quadro 5 - Proposta de atividades a partir da obra de Agnes Pockels.....	31
Quadro 6 - Proposta de atividades a partir da obra de Aline Castro.....	34
Quadro 7 - Proposta de atividades a partir da obra de Viviane Barbosa.....	37
Quadro 8 – Roteiro história em quadrinhos.....	47
Quadro 9 – Relação descobertas e cientistas.....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVOS	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 MULHERES NA CIÊNCIA	13
3. METODOLOGIA	18
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 ASPECTOS DA VIDA DE ALICE BALL	20
4.1.1 CONTRIBUIÇÕES DE ALICE BALL PARA A CIÊNCIA	21
4.1.2 POSSIBILIDADES DE ABORDAGEM ALICE BALL NO ENSINO DE QUÍMICA	23
4.2 ASPECTOS DA VIDA DE MARIE MEURDRAC	26
4.2.1 CONTRIBUIÇÕES DE MARIE MEURDRAC PARA A CIÊNCIA	27
4.2.2 POSSIBILIDADES DE ABORDAGEM MARIE MEURDRAC NO ENSINO DE QUÍMICA	28
4.3 ASPECTOS DA VIDA DE AGNES POCKELS	29
4.3.1 CONTRIBUIÇÕES DE AGNES POCKELS PARA A CIÊNCIA	30
4.3.2 POSSIBILIDADES DE ABORDAGEM AGNES POCKELS NO ENSINO DE QUÍMICA	31
4.4 ASPECTOS DA VIDA DE ALINE CASTRO	32
4.4.1 CONTRIBUIÇÕES DE ALINE CASTRO PARA A CIÊNCIA	33
4.4.2 POSSIBILIDADES DE ABORDAGEM ALINE CASTRO NO ENSINO DE QUÍMICA	34
4.5 ASPECTOS DA VIDA DE VIVIANE BARBOSA	36
4.5.1 CONTRIBUIÇÕES DE VIVIANE BARBOSA PARA A CIÊNCIA	37
4.5.2 POSSIBILIDADES DE ABORDAGEM VIVIANE BARBOSA PARA O ENSINO DE QUÍMICA	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE A	47
APÊNDICE B	50

1.INTRODUÇÃO

A história da mulher no âmbito acadêmico se caracteriza pela desigualdade e discriminação de gênero. A luta pela conquista das mulheres por reconhecimento e igualdade de oportunidades permeia décadas da história do desenvolvimento científico e, até hoje, é motivo de resistências e reivindicações. Mesmo nos dias atuais a participação da mulher no meio científico é assunto que retoma inúmeras questões como discriminação de gênero, violências físicas, morais e psicológicas. Como indica Ceci e Williams (2011, p. 3157-3162) "a falta de mulheres na ciência perpetua as desigualdades de gênero na sociedade e limita o acesso de meninas e mulheres à educação e oportunidades de carreira".

Apesar de todos os obstáculos e resistências encontrados no decorrer da história, a trajetória da ciência é marcada por inúmeras mulheres que revolucionaram o mundo com suas pesquisas. No entanto, muitas destas mulheres não tiveram o devido reconhecimento. Um exemplo disso é o caso de Lise Meitner, Física sueca nascida na Áustria, cuja contribuição auxiliou a cunhar o termo fissão nuclear, ao calcular a energia liberada no fenômeno. Apesar da sua importante contribuição, ela não foi considerada para o prêmio Nobel, o qual foi concedido para seu colega Otto Hahn (Lima, 2019). Isso remete a reflexões não somente sobre a falta de participação da mulher na ciência, mas também sobre a sua invisibilidade.

O acontecimento acima narrado tem como precedente inúmeros avanços científicos apagados da memória coletiva, situação também conhecida por "Efeito Matilda" (Rossiter, 1993), e que evidencia o modo pelo qual diversas contribuições femininas, no âmbito da ciência, têm sido atribuídas a homens ao longo da história. Mulheres, relegadas a um papel secundário ou completamente invisibilizadas nos anais das ciências, tiveram suas vozes silenciadas, suas descobertas atribuídas a outros e suas trajetórias apagadas da memória coletiva. Essa disparidade de gênero permeia todos os aspectos da vida científica, desde a produção do conhecimento até a representação das mulheres em materiais didáticos. Nos livros, nas salas de aula e na própria comunidade científica ainda se perpetua a ideia de que a ciência é um campo predominantemente masculino, desestimulando o interesse de meninas por áreas científicas e dificultando seu acesso e permanência nesse meio.

No âmbito da Química essa problemática é também latente. A sala de aula, por vezes, reproduz desigualdades sociais e de gênero, dificultando a identificação das meninas com a ciência e a construção de um ambiente propício para o desenvolvimento de suas potencialidades. Dessa maneira, como forma de não perpetuar a narrativa hegemônica de uma ciência feita por homens e para homens, faz-se importante promover discussões e estudos que

destaquem a importância das mulheres para a ciência, atribuindo-lhes o devido reconhecimento e valorização. Também se faz relevante a criação de espaços e abordagens que tenham como foco discutir as trajetórias de mulheres que desafiaram normas sociais impostas e que abriram caminho para as futuras gerações.

Diante do exposto, com este trabalho buscaremos responder às seguintes questões de pesquisa:

- Que contribuições de mulheres cientistas podem ser abordadas no âmbito da Química do ensino médio?
- Quais as possibilidades para a abordagem dessas discussões na sala de aula?

A partir dessas questões os objetivos da pesquisa foram delineados, conforme mostrado no próximo tópico.

1.1 OBJETIVOS:

Objetivo geral

Evidenciar potencialidades de se trabalhar questões de gênero no ensino de Química, no ensino médio, por meio de uma abordagem histórica sobre mulheres cientistas e suas contribuições para a ciência.

Objetivos Específicos

- Identificar em artigos, obras literárias, documentários, teses, dissertações e notícias aspectos da vida e das contribuições de mulheres cientistas selecionadas;
- Identificar relações entre as contribuições dessas cientistas e o ensino de química;
- Propor formas para a abordagem das contribuições dessas cientistas, tanto em disciplinas de química como de forma interdisciplinar.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conceito de que a ciência é predominantemente masculina se fundamenta em diversas razões interligadas, que se enraízam em tradições culturais e sociais ao longo da história. Em primeiro lugar, a noção de uma "religião masculina", ligada a um legado greco-judaico-cristão, desempenha um papel crucial nesta construção (Chassot, 2013). As interpretações dessas tradições frequentemente reforçam papéis de gênero que marginalizam as contribuições das mulheres na ciência. Narrativas mitológicas e escritos filosóficos da tradição grega, assim como as histórias de criação no contexto judaico e cristão, frequentemente privilegiam a figura masculina em relação à descoberta e à criação, formando uma base cultural que considera a ciência como um domínio destinado, em grande parte, aos homens.

O determinismo biológico é outra faceta da exclusão estrutural das mulheres do imaginário coletivo quando o assunto é ciência. Discursos baseados em diferenças biológicas apontam a mulher como sendo, por natureza, frágeis, emotivas e subjetivas. Falas deste calibre servem para reservar os lugares de maior capacidade intelectual aos homens. A ciência moderna é baseada na *objetividade*, virtude adotada para segregar a vontade do indivíduo de suas pesquisas (Oliveira e Roque, 2024). Porém ao falar da dicotomia subjetividade/objetividade é possível observar outros valores entrelaçados. A subjetividade vem como algo de vontade livre, privado, enquanto a objetividade está voltada para o mundo. Tal fato se relaciona com o pensamento de Bell Hooks (2019), quando diz que essa separação entre público e privado sugere o afastamento de experiências femininas do holofote, contribuindo com o confinamento da mulher em espaços íntimos, ao mesmo tempo que atribui a homens papéis de destaque.

Nas décadas de 1970 e 1980 o femismo de segunda onda, que é primeiramente um movimento político, abre portas para um projeto intelectual, a teoria feminista (Keller, 2006). Juntamente com outras mudanças na sociedade, as mulheres conquistaram direitos e espaço no mercado, porém tais avanços ainda são marcados pela sua contemporaneidade, visto que o direito ao voto feminino foi concedido somente em 1932 por meio do Decreto 21.076 (Marques, 2019). Contudo, a conquista ao voto pelas mulheres não foi um feito homogêneo, sendo que as mulheres negras ainda permaneceram marginalizadas e invisibilizadas tanto pela sociedade, quanto pelo movimento feminista (Silva, 2024). Assim, somente em 1988, a Constituição Brasileira passa a reconhecer as mulheres como iguais aos homens, em questões de direitos e deveres. Tais recortes históricos evidenciam a importância das conquistas femininas no âmbito político e social e o quanto as mulheres têm suas trajetórias marcadas por resistência, desobediência e resiliência em diversos âmbitos (Assai *et.al.*, 2023).

No que diz respeito à educação formal, é importante destacar o quanto esta é também um meio de propagação de ideais patriarcais da sociedade, fato que permeia por todas as componentes curriculares. A participação feminina em áreas de “*STEM*”¹(acrônimo em inglês para Science, Technology, Engineering, and Mathematics -Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) é significativamente menor em comparação com outras áreas de atuação. De acordo com dados de 2021, no Brasil a porcentagem de mulheres que, no ensino superior, trabalhava nas áreas das Ciências Naturais, Matemática e Estatística se aproximava de 36%. Tal dado, em alguma medida, pode ser relacionado ao fato de, no decorrer da história, ter sido atribuído às mulheres o papel de cuidadora e uma “suposta vocação para os cuidados” (Oliveira e Roque, 2024). Tal fato coloca esta característica como intrínseca a sua natureza, sempre terna, gentil e afetuosa. São ideias que fortalecem estereótipos acerca de quem faz ciência, delegando assim a feminilidade de algumas profissões.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, UNESCO, sobre a América Latina e Caribe, o número de mulheres que trabalham em áreas relacionadas à educação - como pedagogia e bem-estar - pode chegar a 70% (UNESCO, 2022). Tal fato corrobora com a pouca participação da mulher na ciência, principalmente se considerarmos que no contexto educacional a representatividade tem um grande papel na escolha de uma carreira.

Na pesquisa de Sousa *et al.* (2019) foram analisados três livros didáticos de Química que fizeram parte do PNLD. Nessa análise foram considerados parâmetros como menções feitas a homens e mulheres relacionadas a contribuições no âmbito científico e na história. Também se verificou a linguagem usada no texto e os exercícios propostos, buscando avaliar a existência e colocação da mulher e/ou homens no ambiente científico. A pesquisa revelou uma tendência à sub-representação da mulher nos três livros analisados, tanto no quesito numérico quanto no qualitativo. Quando representadas em forma de imagens, raras vezes a mulher era mostrada no papel de cientista, o que evidencia a reprodução de estereótipos relacionados ao gênero feminino.

No âmbito acadêmico também é possível notar lacunas de produções científicas em torno de propostas didáticas envolvendo a questão de gênero no ensino de Química. Como aponta Hinkel, Ramos e Sá (2023) somente 25 trabalhos envolvendo temáticas sobre gênero e sexualidade no ensino de Química foram encontrados na sua pesquisa. Fato que aponta para a

¹ Termo originário do Inglês que corresponde a áreas de estudo como Matemática, Engenharia, Ciências e Estatística.

necessidade de buscar novas abordagens metodológicas para pensar as práticas de ensino. (Hinkel, Ramos e Sá, 2023).

Deste modo se torna evidente a importância da representatividade feminina na formação básica, sendo também papel do docente incluir abordagens que contemplem a temática de gênero. Assim como afirma a teoria freiriana o currículo nunca é neutro, pois “[...] tem que ver com: que conteúdos ensinar, a quem, a favor de quê, de quem, contra quê, contra quem, como ensinar. Tem que ver com quem decide sobre que conteúdos ensinar” (Freire, 2005, p. 45).

2.1 MULHERES NA CIÊNCIA

Por toda a história da ciência inúmeros nomes de mulheres foram apagados de registros e de imaginários. Segundo Löwy (2009) a produção da ciência se mostra elitista, colonial e é comumente associada à figura masculina, sendo o cientista apresentado como homem, branco e ocidental, reforçando estereótipos que se perpetuam por gerações e são (re)produzidos no imaginário infantil (Costa e Fernandes, 2015). Silva *et al.* (2022, p. 83) também destacam que “A construção historiográfica da ciência traz consigo as Mulheres Invisíveis. No entanto, elas sempre estiveram presentes em diferentes campos de atuação, ainda que não lhes fossem atribuídos o necessário reconhecimento por suas produções ímpares”.

A caminhada das mulheres na ciência é fortemente marcada por uma cultura fundamentada no “modelo masculino de carreira” (Velho, 2006), que tem como característica a dedicação de tempo substancial para a pesquisa, estabelecendo assim relações altamente competitivas e sempre em busca da produtividade elevada. Esses aspectos reforçam uma narrativa em que características “masculinas” são exaltadas em detrimento de femininas, resultando no aprofundando da dicotomia entre masculino e feminino na sociedade. De acordo com Tabak (2002, p. 49) “é muito mais difícil para a mulher seguir uma carreira científica numa sociedade ainda de caráter patriarcal e em que as instituições sociais capazes de facilitar o trabalho da mulher ainda são uma aspiração a conquistar.”

Desde a antiguidade há inúmeros relatos de importantes contribuições femininas na ciência. Merit Ptah (2.700 a.C.), por exemplo, viveu no Antigo Egito e é frequentemente citada como a "primeira médica mulher" da região. Trata-se de uma figura cuja história tem sido amplamente discutida e reinterpretada ao longo do tempo. Primeiramente mencionada por Caroline Herzenberg, sua narrativa foi posteriormente enriquecida por autores como Theodora Dakin, que situou seu túmulo no "Vale dos Reis" e datou sua existência em aproximadamente 2500 a.C. No entanto, a falta de evidências arqueológicas concretas levanta dúvidas sobre sua existência histórica real (Kwiecinski, 2019). Apesar disso, Merit Ptah emergiu como um ícone

significativo na historiografia popular das conquistas femininas, especialmente no campo da medicina e das ciências. Sua história, amplamente disseminada através de livros e plataformas digitais, tem servido de inspiração para inúmeras gerações de mulheres, promovendo a inclusão e a igualdade de gênero nas ciências.

Outra figura que merece destaque é Hypatia, considerada a mais antiga matemática do mundo, vinda da Alexandria, no Egito, entre 351 e 370 d.C. Foi uma mulher que se dedicou à filosofia, astronomia e matemática, estudou sobre aritmética - inspirada na figura de Diofanto de Alexandria - e medicina. Ela foi uma das poucas mulheres que participou de assembleias cívicas. Assim como a monja Hildegarde Von Bingen a qual redigiu, entre 1151 e 1158, uma enciclopédia farmacêutica que descrevia trezentas plantas, minerais e metais com indicações terapêuticas (Santos, 2019).

A partir dos séculos XVI e XVII muitas mudanças transcorreram na sociedade e possibilitaram o surgimento da ciência que conhecemos hoje. Porém tal ciência ainda tinha seu acesso limitado a uma parcela masculina da população aristocrática da época. Nesse contexto, as mulheres não eram parte das discussões que se davam nas sociedades e academias científicas.

Como destaque deste período histórico, uma cientista teve grande importância no âmbito da Química, Marie Meurdrac. Marie nasceu na França e é frequentemente reconhecida como a primeira mulher a publicar um tratado de química, intitulado "*La Chymie charitable et facile, en faveur des dames*" (A Química generosa e acessível, para benefício das senhoras). Sua obra, publicada pela primeira vez em 1660 e reeditada em 1680, não apenas introduziu conceitos químicos de forma acessível, mas também apresenta uma visão progressista sobre o papel das mulheres na ciência. Em seu prefácio, Meurdrac expressou a crença de que as mentes não têm sexo e que se as mulheres fossem educadas da mesma forma que os homens poderiam alcançar níveis equivalentes de competência e talento. Essa afirmação era revolucionária para a época e desafiava as percepções tradicionais sobre a capacidade intelectual das mulheres (Trindade, 2010).

O livro de Meurdrac é notável não apenas por seu conteúdo científico, mas também por sua abordagem prática. Na primeira parte da obra, ela fundamenta sua teoria sobre a matéria e operações como destilações e formas de aquecimento, como os banhos. Na segunda parte a autora descreve sobre medicamentos destilados a partir de minerais e animais (Trindade, 2010). No terceiro capítulo é abordado os medicamentos de origem animal, assunto que é aprofundado na quarta parte, com ênfase nas origens minerais. No quinto capítulo são explorados os medicamentos compostos, como xaropes e bálsamos. Na última parte de sua obra Meurdrac

discute a questão dos cosméticos “especialmente dedicado às mulheres” (Meurdrac, 1674). Mais detalhes sobre a vida e trabalho desta cientista serão apresentados no tópico Resultados e Discussão.

A partir do século XX mudanças mais efetivas no campo científico foram observadas, como os questionamentos acerca da discriminação feminina em diversas dimensões, fato que foi fomentado pelo movimento feminista, assim mulheres continuaram a contribuir fortemente para esses avanços. Nesse período cabe destacar a cientista chinesa Chien-Shiung Wu, frequentemente referida como a "Madame Curie da China". Ela foi uma das mais proeminentes físicas experimentais do século XX. Nascida em 1912 ela obteve seu doutorado em Física na Universidade da Califórnia, Berkeley, em 1940. Durante sua carreira, que se estendeu de 1944 a 1980 na Universidade Columbia, Wu se destacou em suas pesquisas sobre a desintegração beta e desempenhou um papel crucial na revolução da violação da paridade em 1956.²

Um dos feitos mais notáveis de Wu foi sua contribuição para a verificação da hipótese de violação da paridade em interações fracas, proposta pelos físicos Yang Chen-Ning e Lee Tsung-Dao. Embora Yang e Lee tenham recebido o Prêmio Nobel de Física em 1957 por essa descoberta, Wu não foi incluída, o que gerou controvérsias e discussões sobre a sua exclusão, especialmente considerando a importância de seu trabalho (Chiang, 2015).

Ainda neste período não podemos deixar de citar Maria Salomea Sklodowska (1867-1934), também conhecida como Marie Curie, nascida em Varsóvia, capital polonesa que era parte do Império Russo. Após se mudar para Paris para estudar na Sorbonne, Curie se destacou em suas pesquisas sobre radioatividade, termo que ela mesma cunhou. Em 1898, junto com seu marido Pierre Curie, ela descobriu os elementos rádio e polônio, o que lhe rendeu, em 1903, o Prêmio Nobel de Física. A cientista, em 1911, também conquistou um Nobel em Química pela descoberta do rádio e suas propriedades (Jamal e Guerra, 2022).

Os grandes feitos de Marie Curie também repercutiram no Brasil. A cientista visitou o país nos estados de Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte, sendo o último em 1926. Durante a década de 1920 foi observado o crescimento dos casos de câncer no Brasil, deste

² A violação da paridade refere-se à quebra da simetria em processos de interação fraca, na qual a inversão das coordenadas espaciais não resulta na invariância das equações que descrevem tais interações. Em 1956, a física experimental Wu Chien-Shiung realizou um experimento seminal utilizando cobalto-60, que revelou que as partículas beta emitidas durante a desintegração não apresentavam distribuição isotrópica, evidenciando assim a violação da paridade. Este resultado desafiou as concepções clássicas de simetria nas interações fundamentais, conduzindo a uma ampla reavaliação das teorias subjacentes à física de partículas. Embora a contribuição de Wu tenha sido fundamental, sua não concessão do Prêmio Nobel gerou um debate significativo sobre a visibilidade e o reconhecimento do trabalho das mulheres na ciência (Chiang, 2015).

modo Marie, que já trabalhava com radioatividade, fora convidada para visitar o Instituto do Radium de Belo Horizonte. Tal instituto criado em 1922 foi o primeiro centro dedicado ao combate ao câncer no país usando a radioatividade. Sua visita na capital mineira foi muito celebrada e aceita pela comunidade não somente científica. A cientista abordou temas como a radioatividade em si, aplicações e organização do instituto em Paris (Nascimento e Braga, 2011).

No que diz respeito ao cenário atual, é evidente que a participação da mulher na ciência tem aumentado com o passar dos anos, porém quando uma análise mais profunda é feita em relação ao seu papel na ciência e à trajetória destas profissionais, inúmeras problemáticas ainda estão presentes. De acordo com Velho (2006):

Uma vez feita a opção pela carreira científica, a mulher se depara com o conflito da maternidade, da atenção e obrigação com a família *vis-a-vis* as exigências da vida acadêmica. Algumas sucumbem e optam pela família, outras, pela academia, e um número decide combinar as duas. Sobre essas últimas, não é necessário dizer quanto têm que se desdobrar para dar conta não apenas das tarefas múltiplas, mas também para conviver com a consciência duplamente culposa: por não se dedicar mais aos filhos e por não ser tão produtiva quanto se esperaria (ou gostaria) (Velho, 2006, p. 15).

Num cenário mais contemporâneo é importante destacar o trabalho de Katie Bouman, nascida nos Estados Unidos em 1989, Ph.D. em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e pós-doutora no Event Horizon Telescope (EHT). A mesma também atua como professora assistente no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), no Departamento de Ciência da Computação do MIT. Bouman liderou o desenvolvimento de um programa de computador que conseguiu capturar a primeira imagem de um buraco negro (Bouman, 2017).

A participação da mulher no cenário científico também pode ser explorada em um panorama histórico-social que evidencia a escassez de papéis importantes protagonizados por figuras femininas. O acesso das mulheres ao meio científico sempre foi atravessado por questões familiares, seus cônjuges e posição social, que as limitavam a ocupar funções subalternas como cuidar de coleções, limpar vidrarias, ilustrar e traduzir experimentos e textos (Silva *et al.*, 2022).

Outro ponto que merece destaque é o fato de que as mulheres não têm os mesmos incentivos na carreira em comparação aos homens. Por exemplo, o número de bolsas de Produtividade em Pesquisa (PQ), ofertadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (dados de 2023), evidenciam que somente 35,83% de bolsistas são mulheres (CNPQ, 2023). Além disso, também se verifica menos mulheres em posições

consideradas superiores no âmbito da academia (Silva e Menezes, 2014). No âmbito global verifica-se que dos 904 cientistas premiados, entre 1901 e 2018, apenas 51 (5,6%) foram mulheres. Para a área da Química, do total de 181 premiados, apenas 5 são mulheres (2,8%) (Naideka, 2020).

Nessa discussão cabe também destacar o fenômeno chamado de “teto de vidro” (*glass ceiling phenomenon*), definido em 1986, nos Estados Unidos, por Hymowitz e Schellhardt (1986) no artigo “*The glass ceiling: why women can't seem to break the invisible barrier that blocks them from the top jobs*”. O termo se originou da observação de cientistas em relação a desigualdades nos cargos de liderança e gestão, majoritariamente ocupados por homens (Barrozo, Betti, Gomes, 2019). Steil (1997, p. 62) descreve esse cenário como “uma barreira que, de tão sutil, é transparente, mas suficientemente forte para impossibilitar a ascensão de mulheres a níveis mais altos da hierarquia organizacional”. Deste modo, atualmente, por mais que muitas mulheres participem significativamente da produção científica, na hierarquia acadêmica os homens ainda estão em vantagem.

Há ainda o “efeito tesoura” (Menezes, Brito e Anteneodo, 2017), caracterizado pela diminuição do número de mulheres que, após a graduação, prosseguem os estudos em níveis mais avançados, fato que limita a ascensão e progressão feminina na carreira científica, reforçando a divisão sexual do trabalho (Gaudencio *et al.*, 2021).

Apesar de todos os obstáculos vivenciados por mulheres cientistas ao longo da história, é preciso também apontar que muitos avanços vêm sendo conquistados e reivindicados nos últimos anos. No Brasil é possível destacar iniciativas que começaram nos anos 1980, como ações da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), que promoveu programas e prêmios para estimular jovens mulheres a se interessarem pela pesquisa. Outros fatores incluem políticas públicas de incentivo, como as fundações estaduais de amparo à pesquisa e ações de instituições renomadas, como a Fiocruz. Feiras de ciência, semanas de tecnologia, maratonas acadêmicas e bolsas de iniciação científica têm desempenhado papel importante na introdução de jovens meninas no ambiente científico.

Um exemplo notável desse esforço é o destaque que cientistas brasileiras vêm tendo na mídia, como Mayana Zatz, geneticista da USP, que ganhou visibilidade durante os debates sobre células-tronco no Congresso Nacional. Além disso, a Academia Brasileira de Ciências (ABC), que inicialmente tinha uma representação mínima de mulheres, aumentou significativamente a inclusão feminina a partir dos anos 1990 (Tabak, 2006).

Essas iniciativas mostram que a ideia de que mulheres não possuem aptidão ou interesse pela ciência é equivocada. Todos os avanços mencionados evidenciam o potencial feminino no campo científico e apontam para a necessidade de continuidade e ampliação das políticas de incentivo à equidade de gênero na ciência e tecnologia.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

A presente pesquisa se caracteriza por qualitativa e é amparada pelos pressupostos da pesquisa bibliográfica, cuja definição, de acordo com Bastos e Keller (1995, p. 53) consiste numa “investigação metódica acerca de um determinado assunto com o objetivo de esclarecer aspectos em estudo”. Para Gil (2002, p. 17) este tipo de pesquisa “é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não pode ser adequadamente relacionada ao problema”. Além disso, pesquisas dessa natureza auxiliam o pesquisador a aprofundar seus conhecimentos sobre um assunto, de forma a usar instrumentos como livros, artigos científicos, teses, dissertações, anuários, revistas e leis.

De acordo com Menezes e Teixeira (2018, p. 81) “a pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador dialogar com autores de diferentes épocas e perspectivas, tecendo um rico panorama do conhecimento sobre o tema investigado.” Isso permite uma visão mais ampla para direcionar o trabalho científico com base na análise e sistematização feita pelo pesquisador (Sousa, Oliveira e Alves, 2021).

Diante do exposto neste trabalho será feita uma pesquisa bibliográfica que terá como foco mulheres cientistas que contribuíram significativamente para a história da ciência. Na seleção destas cientistas alguns critérios foram, na medida do possível, considerados:

- 1) Cientistas que atuaram em diferentes épocas e contextos históricos;
- 2) Cientistas de diferentes nacionalidades, incluindo o Brasil;
- 3) Cientistas cujas contribuições se relacionam com a Química.

Com base nesses critérios, selecionamos seis mulheres cientistas, apresentadas no Quadro 1, que também mostra sua nacionalidade e área de conhecimento principal.

Quadro 1: Mulheres cientistas consideradas na análise.

Cientistas	Origem	Área de trabalho
Marie Meurdrac (1610-1680)	França	Química orgânica
Alice Ball (1892–1916)	Estados Unidos	Tratamento hanseníase
Agnes Pockels (1862 – 1935)	Alemanha	Físico-Química
Viviane dos Santos Barbosa (1975-)	Brasil	Físico-Química
Aline Machado de Castro	Brasil	Química ambiental

Fonte: a autora, 2025.

A análise bibliográfica desta pesquisa será realizada considerando as seguintes fontes bibliográficas: artigos, livros, teses, dissertações, documentários, trabalhos de conclusão de curso e notícias que abordem aspectos da vida e da trajetória profissional das cientistas selecionadas para análise. Como forma de organização dos dados apresentamos no Quadro 2 as categorias que orientarão a análise dos dados.

Quadro 2 – Categorias de Análise

CATEGORIAS DE ANÁLISE	
ESPECÍFICOS	GERAIS
Período histórico	Possibilidades de discussão sobre questões de gênero no ensino de Química.
Vida, história e trajetória científica das cientistas selecionadas	
Potencialidades de abordagem no ensino médio.	

Fonte: a autora, 2025

No tópico a seguir apresentamos os resultados deste estudo, cuja organização se dará com base no Quadro 2, apresentado acima.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico apresentamos aspectos da trajetória pessoal e científica das cientistas selecionadas para análise. Foram considerados fatos que interseccionam com os aspectos científicos e sociais e apresentada uma breve revisão sobre propostas já existentes acerca das contribuições das cientistas no âmbito educacional, com foco na Química. Também iremos propor possibilidades para se trabalhar com tais assuntos, relacionando com a Química.

4.1 Aspectos da vida de Alice Ball (1891-1916)

Figura 1: Foto da Alice Ball



Fonte: <https://www.hawaii.edu/offices/bor/distinction.php?person=ball>

A história da química afro-americana Alice Ball (1892-1916) é um lembrete pungente das lutas e triunfos que permeiam a jornada de tantos cientistas invisibilizados. Apesar de ter desenvolvido um tratamento eficaz para a hanseníase no início do século XX, seu trabalho foi relegado ao esquecimento por décadas, vítima de preconceitos raciais e de gênero (Pereira, Santana e Brandão, 2019). Embora sua trajetória tenha sido tragicamente interrompida por uma morte prematura, o legado de Alice Ball transcende o tempo e se mantém como inspiração para as novas gerações. Ao longo de sua jornada a cientista enfrentou diversas adversidades por ser uma mulher negra na academia.

Nascida em 1892, em Seattle - EUA, Alice Ball era a terceira filha de uma família afro-americana com uma situação financeira confortável (Pereira, Santana e Brandão, 2019). Tal condição a permitiu ter acesso a uma formação científica, cuja trajetória é marcada pelo machismo e preconceito racial. A cientista ingressou na Universidade de Washington aos dezoito anos, onde se formou nos cursos de Química (1912) e Farmácia (1914). Em 1914 Alice publicou a obra intitulada “*Benzoylations in Ether Solution*” (benzoilação em soluções de Éter) juntamente com o cientista William Dehn, o qual foi publicado posteriormente no *Journal of*

the American Chemical Society. Com base em suas realizações a Universidade do Hawaii a ofereceu uma bolsa de pesquisa, e a mesma aceitou, voltando assim para o Hawaii, onde já havia residido anteriormente (Pereira, Santana e Brandão, 2019). Tal marco foi de extrema importância para a ciência da época, já que poucas mulheres eram agraciadas, especialmente mulheres negras.

Em 1915 Alice se tornou a primeira mulher a conquistar o grau de mestre em Química, com seu estudo sobre “*The Chemical Constituents of Piper methysticum*”, que tratava sobre a composição química e o princípio ativo das raízes de kava (*Piper methysticum*), utilizada pelos povos nativos das ilhas do Pacífico para fins medicinais (Santana e Pereira, 2021). Aos 23 anos Alice se tornou a primeira mulher afro-americana intitulada como professora assistente no Departamento de Química na Universidade do Hawaii, o que foi um feito muito raro pois poucas mulheres da época conseguiam um papel de destaque como este. (Gomes e Francisco Junior, 2024).

Durante este tempo a cientista também se dedicou aos estudos do óleo de Chaulmoogra para o tratamento da Hanseníase. Porém, Alice teve uma morte prematura em 1917, devido à inalação de gás cloro, aparentemente proveniente de uma aula que ministrou pouco tempo antes do ocorrido. Sua morte nunca teve sua causa esclarecida, já que outra possibilidade seria tuberculose (Gomes e Francisco Junior, 2024).

Após sua morte, sua pesquisa teve continuidade pelo químico Arthur Lyman Dean, que não deu a Alice Ball o crédito pela investigação. Seu reconhecimento foi resgatado apenas no final da década de 1970 pelos pesquisadores Kathryn Takara e Stanley Ali (Santana, Pereira e Brandão, 2021), fato que reitera o efeito Matilda, apagando feitos femininos da história em detrimento dos masculinos (Rossiter, 1993).

4.1.1 Contribuições de Alice Ball para a ciência

Durante sua formação em Química a cientista se aprofundou no estudo das propriedades químicas do óleo de Chaulmoogra para o tratamento da Hanseníase, conhecida como Lepra. Trata-se de uma doença com origem bacteriana - *Mycobacterium leprae* e o *Mycobacterium lepromatosis* - cujas principais características são “alteração, diminuição ou perda da sensibilidade térmica, dolorosa, tátil e força muscular, principalmente em mãos, braços, pés, pernas e olhos e pode gerar incapacidades permanentes” (PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde, 2017). Tal enfermidade já é conhecida desde a antiguidade, seus relatos tangenciam três a quatro mil anos na Índia, na China e no Japão (Brasil, 1960), além de ser alvo de estigmas como “maldição” e “castigo divino” por religiões judaico-cristãos. O bacilo responsável pela

doença foi isolado em 1876 pelo médico Norueguês Gerhard Armauer Hansen (Parascandola, 2003).

Historicamente a origem do método de transmissão da doença mudou. Anteriormente acreditava-se que somente o contato físico com uma pessoa contaminada já era suficiente para a contração da doença. Porém, com o passar dos anos e avanço da pesquisa, foi comprovado que a doença é transmitida por secreções como saliva, que com o ato de falar, respirar pode se disseminar. A propagação da doença aumenta em locais quentes e úmidos, contaminando especialmente recém-nascidos e idosos (Gomes e Francisco Junior, 2024). A Hanseníase pode afetar a pele, nervos periféricos, sistema respiratório, olhos, fígado, rins, testículos e baço. Na pele a doença pode causar deformidades irreversíveis. Uma das tentativas de tratamento envolveu o uso de arsênio, antimônio e cobre, assim como raios- x e rádio (Parascandola, 2003).

Terapias alternativas eram usadas para tentar combater os sintomas da doença, uma delas sendo a árvore chaulmoogra (*Taraktogenos kurzii*). Tais plantas pertencem à família das Flacourtiáceas e seus óleos contêm os ácidos hidnocárpico e chaulmúgrico, considerados os responsáveis pela ação terapêutica nos casos de lepra (Santos e Souza, Siani, 2008).

O óleo de Chaulmoogra já tinha sido usado no Leste, como na Índia, para o tratamento da Hanseníase e outras doenças de pele por centenas de anos (Parascandola, 2003). O mesmo é extraído pelas sementes de árvores da espécie *Hydnocarpus* (Cole, 1933). O óleo foi usado como ingrediente principal em diversas prescrições médicas na China e Índia desde do século 14 (Cole, 1933). Curandeiros usavam o óleo de forma oral ou aplicada como pomada. A utilização do óleo pela via oral causava efeitos de náusea, o que remete à ineficácia do tratamento, pois o medicamento não permanecia no organismo. Já na aplicação na pele, não era observado muito efeito no tratamento. Com a injeção do óleo não refinado, o mesmo poderia causar muita dor, e assim produzir abscessos pela sua alta densidade e baixa solubilidade em água. Tais resultados levaram a maximizar esforços para melhores produtos (Gomes e Francisco Junior, 2024).

O óleo de Chaulmoogra é composto basicamente de cadeias de ácidos graxos. Sem tratamento ele consiste em uma variedade de diferentes ácidos carboxílicos com alto peso molecular (Gomes, Francisco Junior, 2024). O primeiro estudo acerca dos constituintes do óleo foi feito por Frederick Power e colegas. Em suas pesquisas os mesmos conseguiram isolar diferentes compostos do óleo. Um deles o ácido chaulmoogrico e o ácido hidrocárpico, ambos ácidos insaturados (Parascandola, 2003).

Como os ácidos com suas cadeias longas são insolúveis em água, um dos caminhos que foi usado para mudar sua solubilidade foi preparar um sal como derivado, para ser posteriormente administrado na corrente sanguínea (Gomes e Francisco Jr., 2024). Tal método foi desenvolvido em 1916 por Sudhamoy Ghosh, o qual converteu o ácido graxo isolado em seus respectivos sais de sódio. Porém mesmo com testes de eficácia para a doença, houve sérias complicações pela ação do sabão destes sais no corpo. Assim, quando injetado minimizava as dores nos pacientes, porém causava um efeito colateral como a hemólise (destruição das células vermelhas) (Wermager e Heltzel, 2007).

Enquanto Alice trabalhava como instrutora de laboratório, a mesma foi convidada por Harry T. Hollmann, cirurgião assistente do Hospital de Kalihi, para participar da pesquisa sobre o óleo de chaulmoogra, pelo seu conhecimento prévio de química (Pereira, Santana e Brandão, 2019). A Química teve êxito na separação e identificação de dois componentes do óleo de chaulmoogra, usando para isso métodos de separação simples, como filtração e cristalização fracionada (Pereira, Santana e Brandão, 2019). O Método Ball consistia na separação do óleo em quatro frações e, posteriormente, a esterificação dos mesmos com etanol (Holmann, 1922).

Inicialmente o óleo é saponificado com uma solução de hidróxido de potássio (KOH) em álcool (C_2H_6O), que posteriormente o restante de álcool será destilado. O sabão de potássio é diluído em um grande volume de água e acidificado com ácido clorídrico (HCl). Os ácidos graxos são assim separados e lavados em água quente, secos e dissolvidos em álcool 92%. Após refrigeração durante a noite, grande parte dos ácidos chaulmoogricos são cristalizados e removidos por filtração. Deste modo, o ácido é obtido por recristalizações sucessivas. Por fim os resíduos sólidos dos ácidos são esterificados. Os ésteres vindos do óleo são menos viscosos que os outros derivados de chaulmoogra, o que melhora a absorção pelo corpo (Holmann, 1922).

A reação feita foi descrita em detalhes em um artigo escrito por Harry Hollmann (1922). Esse processo tornou o tratamento mais efetivo e menos doloroso, além da melhor absorção das substâncias pelo corpo humano (Pereira, Santana e Brandão, 2019). O trabalho que Ball realizou foi muito significativo em termos tanto químicos, como sociais, pois aprimorou a qualidade de vida dos pacientes e também os permitiu “retornar” para a sociedade (Gomes e Francisco Junior, 2024).

O Método Ball foi usado até meados de 1940, quando houve a introdução de sulfonas para o tratamento da Hanseníase (Pereira, Santana e Brandão, 2019). Contudo, devido sua morte prematura, Alice não colheu os frutos de seu trabalho, assim como foi omitida da sua própria contribuição científica por Arthur Dean, que deu continuidade à sua pesquisa, publicando os

resultados e patenteando como “Método Dean” (Santana e Pereira, 2021). Harry T. Hollmann, seis anos após sua morte, em 1922, publicou o artigo “*The Fatty Acids of Chaulmoogra Oil in the Treatment of Leprosy and Other Diseases,*”, destacando o trabalho de Alice. Porém, a cientista só ganhou reconhecimento por seu trabalho na década de 1970.

A trajetória de vida e carreira de Alice Ball é um grande exemplo no campo científico, além das inúmeras conquistas no campo social, por se tratar de uma época em que muitas mulheres, especialmente as negras, não tinham acesso à educação.

4.1.2 Possibilidades para a abordagem das contribuições de Alice Ball no ensino de Química

Neste tópico iremos propor formas de abordar a temática de gênero no ensino de Ciências/Química, apresentando possíveis relações com o trabalho de Alice Ball no campo científico e social, considerando ainda contribuições da literatura.

Segundo Santos *et al.* (2024) uma proposta educacional que envolva a figura de Alice Ball deve buscar promover uma abordagem mais crítica e contextualizada sobre a presença e o impacto das mulheres negras na ciência. Nesse sentido os autores propõem a elaboração de uma oficina temática dividida em quatro momentos pedagógicos, fundamentados nos conceitos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

O primeiro momento centra-se na problematização inicial, quando questões referentes ao apagamento histórico das mulheres negras na ciência e a importância de valorizar suas contribuições são apresentadas aos estudantes. A organização do conhecimento propicia a reflexão sobre a história de Alice Ball, seu contexto social, descobertas e contribuições científicas, além de relacionar esses aspectos às questões sociais de raça e gênero. No terceiro momento ocorre a discussão mediada por slides e materiais visuais, que busca consolidar a compreensão do papel de Alice Ball no combate ao racismo estrutural na ciência e na sociedade. Por fim, na aplicação do conhecimento, os estudantes são estimulados a relacionar os conteúdos aprendidos com práticas pedagógicas e reflexões acerca do racismo científico, promovendo uma formação mais crítica e engajada.

Santos *et al.* (2024) destacam que essa atividade contribui para a formação cidadã dos (das) futuros(as) professores(as), ao sensibilizá-los para a importância de incorporarem a temática racial e de gênero em suas práticas pedagógicas, atendendo às exigências das Leis 10.639/2003 e 11.645/2008, que preconizam o ensino de história e cultura afro-brasileira e indígena. Como resultado, o estudo aponta que a oficina favoreceu a compreensão crítica dos conceitos de ciência, raça e gênero, além de ampliar a valorização histórica e social das

contribuições das mulheres negras na ciência, promovendo um ensino mais inclusivo, representativo e promovendo a equidade (Santos *et al.*, 2024).

Por outro lado, a proposta educacional apresentada por Santos e Pereira (2021), centrada na trajetória de Alice Ball, constitui-se como uma intervenção inovadora para o ensino de Química, cuja elaboração seguiu os preceitos metodológicos da Pesquisa de Desenvolvimento (*Design Research*) de Plomp (2009). Inicialmente, as autoras estabeleceram quatro princípios de design interseccionais: a utilização do conceito de interseccionalidade, a sistematização do efeito Matilda, o uso de História, Filosofia e Sociologia das Ciências (HFSC) e a valorização do lugar de fala. Esses princípios orientaram a construção de uma sequência didática voltada a estudantes do 3º ano do Ensino Médio de escolas públicas de Salvador e do Recôncavo Baiano (Santana e Pereira, 2021). Esses princípios foram validados por meio de avaliação por pares, na qual 80% dos avaliadores os classificaram como “muito relevantes”, garantindo a consistência teórica e prática da intervenção.

A sequência didática, dividida em quatro momentos integrados, foi planejada para articular conteúdos de Química Orgânica, especialmente funções carboxílicas como ácido carboxílico e éster e reações de esterificação, com a análise crítica de narrativas científicas que historicamente marginalizaram mulheres negras. No primeiro momento, os estudantes exploraram a escassez de representações de cientistas negras em livros didáticos e debateram o filme *Estrelas Além do Tempo* (2016), a fim de compreender a interseccionalidade de gênero e raça na ciência (Santana e Pereira, 2021). Em seguida, os estudantes analisaram o caso de Alice Ball, cuja inovadora técnica de conversão dos ácidos graxos do óleo de chaulmoogra em ésteres etílicos, desenvolvida em 1915, foi apropriada por Arthur Dean, evidenciando o efeito Matilda descrito por Rossiter (1993) (Santana e Pereira, 2021).

O terceiro momento retoma os fundamentos químicos das pesquisas de Ball, promovendo uma aula expositiva dialógica em que as propriedades, nomenclatura e reações de esterificação são apresentadas no contexto histórico da Hanseníase e do uso terapêutico do óleo de chaulmoogra (Santana e Pereira, 2021). Finalmente, o quarto momento busca consolidar o empoderamento dos estudantes por meio da produção de cartazes e apresentações sobre cientistas mulheres e negras, bem como da leitura crítica do conceito de “lugar de fala” em Djamilia Ribeiro (2019), fortalecendo a identificação dos alunos com a ciência e incentivando posturas antirracistas e igualitárias (Santana e Pereira, 2021).

Como proposta didática faremos uma proposta de abordagem interdisciplinar, envolvendo aspectos sociais e literatura para o ensino de Química orgânica, tendo como foco o

caso de Alice Ball. De acordo Gattás e Furegato (2007, p. 90) “a interdisciplinaridade não reduz a ciência a um denominador comum, pelo contrário, a interdisciplinaridade deve ser elemento mediador e facilitador da compreensão da ciência, possibilitando formas de cooperação, num nível crítico e criativo”.

Deste modo trazemos uma forma de abordar a temática da questão de gênero na ciência relacionando com a química orgânica presente no método Ball, como reações de esterificação e funções orgânicas. Tal proposta pode ser trabalhada em parceria com a biologia e literatura. Desse modo, propomos uma sequência didática, ilustrada no Quadro 3.

Quadro 3: Proposta de atividades a partir da obra de Alice Ball.

Encontros (2h/a cada)	Conteúdos	Descrição
Encontro 1	Química orgânica; História da química; Hanseníase; Mulheres na ciência; Efeito Matilda.	Discutir com base em uma atividade inicial com os alunos os estereótipos na ciência, introduzindo a temática mulheres na ciência. Nesse momento o professor pode propor uma história em quadrinhos (Apêndice A) como estratégia para abordar o caso da Alice Ball, sua história e contribuições na ciência.
Encontro 2	Funções carboniladas, ácidos carboxílicos, ésteres, reações de esterificação, métodos de separação.	Abordar com base no Método Ball como a cientista chegou em seu método usando conceitos químicos, e explicando as reações de esterificação.
Encontro 3	Mulheres na ciência; efeito Matilda; esterificação; funções orgânicas.	Revisar o que foi abordado nas aulas anteriores, e usando de experimento sobre a esterificação de Fisher, como propõe Costa <i>et al.</i> (2004), buscar aproximar os alunos da prática científica realizada pela cientista. Finaliza-se com uma conclusão reforçando a importância do trabalho de Alice para o mundo.

Fonte: a autora, 2025.

4.2.1 Aspectos da vida de Marie Meurdrac (1610-1680).

Figura 2: Foto da capa do livro “A química caridosa e fácil em benefício das mulheres”



Fonte: <https://timelessmoon.getarchive.net/amp/media/marie-meurdrac-1687-chymie-dames-ffe019>

Ainda hoje há poucos relatos sobre a vida de Marie, sendo a maior fonte o prefácio de seu tratado (Tosi, 2012). Contudo, sabe-se que a cientista nasceu na França em 1610, em Madres-les-Roses, e era filha dos proprietários de terras Vicent Dovet e Elizabeth Meurdrac, e possuía uma irmã mais nova (Assai et al., 2023). Quando Marie completou quinze anos, em 1625, casou-se com Henri de Vibrac, um comandante da unidade de guarda de Charles de Valois e mudou-se pouco tempo depois para Châteu de Grosbois. Neste local a alquimista conheceu a Condessa de Guiche, esposa de Armand de Gramont, Conde de Guiche, com a qual formou uma forte amizade e dupla acadêmica (Tosi, 1996). Marie se destacou com sua capacidade autodidata como fala em seu livro:

Quando comecei esse tratado foi para minha satisfação pessoal e não para perder a memória dos conhecimentos que adquiri através de um longo trabalho e diversas experiências várias vezes reiteradas. Não posso ocultar que o vendo acabado e sendo melhor do que eu tinha ousado esperar tive a tentação de publicá-lo, mas se tinha razões para dá-lo à luz, também tinha para mantê-lo oculto e não o expor à censura geral (Meurdrac, 1711, apud Tosi, 1996 p. 441).

Marie aprendeu sobre a química por trabalhos experimentais que foram realizados por outros cientistas. A mesma possuía um laboratório particular em sua casa, com o propósito de realizar experimentos que melhorassem a vida das mulheres, seja com a fabricação de remédios caseiros ou cosméticos (Assai et al., 2023). Meurdrac registrava sobre todos os seus experimentos e com isso ofereceu ensinar seus conhecimentos sobre o assunto para mulheres interessadas em saber mais sobre a produção de remédios e cosméticos. Para isso disponibilizou

o seu laboratório e conseguiu acesso a uma fornalha de alta temperatura a qual usou para os experimentos.

Deste modo Marie usou seus registros para publicar um Tratado de Química, onde a maior parte das informações sobre a cientista são reveladas. Contudo, a cientista tinha dúvidas sobre a publicação do mesmo, como afirma em seu livro (Tosi, 1996):

Objetei a mim mesma que ensinar não era profissão de mulher; que ela deveria ficar em silêncio, ouvir e aprender, sem testemunhar que ela sabe: que está acima dela dar um trabalho ao público, e que tal reputação não é de forma alguma vantajosa. Eu me orgulhava de não ser a primeira mulher a colocar algo sob a imprensa, essa mente não tem sexo, e se as mentes das mulheres fossem cultivadas como as dos homens, e se empregássemos tanto tempo e dinheiro em sua instrução que eles poderiam tornar-se seu igual. (Tosi, 1996 p. 442)

Marie em sua fala expressa que a capacidade intelectual independe do sexo, o que não somente mostra sua pauta feminista, como também uma mente moderna no quesito de educação.

Seu tratado *“La Chymie Charitable et Facile, em Faveur des Dames,* (A Química caridosa e fácil, em benefício das mulheres) foi publicado pela primeira vez em 1665-66. O mesmo teve quatro edições, a última sendo de 1711. Sua obra teve um grande impacto na época e se destaca até os tempos atuais. Um dos motivos para isso tem como origem o trabalho detalhado da autora com as ervas medicinais, suas propriedades, preparação de remédios e cosméticos. Também há um capítulo dedicado às mulheres, tratando de cosmetologia (Tosi, 2012).

4.2.2 Contribuições de Marie Meurdrac para a ciência

Marie teve como uma das principais contribuições para a ciência seu tratado, como já mencionado anteriormente. A alquimista dividiu sua obra em seis partes, na primeira a mesma discorre sobre princípios e operações, principalmente sobre destilação, formas de aquecimento como banhos, lutos, fornos, fogos, símbolos e pesos. Na segunda, a mesma trata sobre “a virtude dos simples”, suas preparações e maneiras de extrair sais, pinturas, águas e essências. Portanto, são abordados os medicamentos destilados a partir deles, obtidos a partir de minerais e animais. Na terceira, ela fala sobre os medicamentos obtidos a partir dos animais. Na quarta se fala sobre os metais, mais especificamente sobre os procedimentos para a obtenção de drogas. A quinta trata dos procedimentos para se fazer medicamentos compostos, como diferentes “águas” com o objetivo de tratar problemas e dores no estômago, cabeça e rins. Assim como receitas de xaropes, bálsamos entre outros (Trindade, 2020). Por fim, a sexta parte

é dedicada para as damas e coisas que contribuem para a conservação da beleza. (Tosi, 1996; Trindade, 2010).

Para a alquimista "A Química tem por objeto os corpos mixtos divisíveis e solúveis sobre os quais age para extrair os três princípios, que são: sal enxofre e mercúrio, o que faz por meio de duas operações gerais, solução e congelação" (Tosi, 1996 p.442). Em seu tratado, Marie compactua com os três princípios de Paracelso³, dois dos elementos de Aristóteles, água e terra, e também a Tria Prima. Para a cientista cada sal é, em si, um próprio composto. Deste modo temos três espécies de sal: fixo, nitro e amônio; três de enxofre: grosseiro, meio e sutil; e os de Mercúrio: pesado, médio e sutil (Tosi, 1996).

4.2.3 Possibilidades para a abordagem das contribuições de Marie Meurdrac no ensino de Química

Levando em consideração os feitos de Marie reportados em seu tratado, tanto no que diz respeito a questões químicas, quanto a ideias progressistas em relação ao papel da mulher na ciência da época, era esperado que sua trajetória se tornasse uma abordagem de grande potencial no ensino de Química. Contudo o mesmo não é observado, quando feita uma pesquisa na internet, usando para isso a plataforma "Google Acadêmico" com marcadores como "Marie Meurdrac Química" ou "Marie Meurdrac ensino de Química". Com essa pesquisa não identificamos propostas educacionais que englobassem suas contribuições no âmbito científico. Tal resultado pode ser mais uma consequência do Efeito Matilda (Rossiter, 1993), que invisibiliza conquistas femininas na ciência, cujo impacto se perpetua por décadas, sendo apagado do imaginário coletivo.

Deste modo, os únicos trabalhos com propostas envolvendo indiretamente a Marie Meurdrac em propostas de ensino de Química foram os de Zanettini e Oliveira (2024). Neste trabalho os autores realizaram uma análise documental envolvendo o contexto histórico da destilação, baseados na obra de Meurdrac, e os comparou com conteúdos presentes em livros didáticos de Química. Isso foi feito como forma de discutir o papel da mulher na química, usando a obra da cientista como base.

³ Paracelso (1493–1541) foi uma importante figura da alquimia renascentista e propôs uma nova teoria da matéria baseada em três princípios fundamentais: enxofre, mercúrio e sal. Para ele, os princípios não eram substâncias comuns, mas representações de propriedades da matéria — o enxofre relacionado à combustibilidade e estrutura, o mercúrio à fluidez e volatilidade, e o sal à solidez e conservação. Acreditava-se que o desequilíbrio entre esses princípios no corpo humano poderia causar doenças, sendo a cura alcançada por meio da harmonia com substâncias análogas extraídas da natureza. Essa abordagem simboliza a transição do pensamento alquímico para uma química mais experimental e médica, influenciando diretamente práticas farmacêuticas e médicas nos séculos seguintes (Porto, 1997)

Pontes (2021), em sua dissertação de mestrado, propõe a utilização do audiolivro como ferramenta pedagógica no ensino de Química, com foco na formação inicial de professores. Nesta proposta, a obra de Marie é citada como importante para a ruptura da narrativa hegemônica masculina na ciência. Por fim, também se destaca o estudo de Assai *et al.* (2023), que aborda a vida e trajetória da Alquimista, trazendo ao final uma possibilidade de abordagem no ensino, porém sem se aprofundar no assunto.

Diante do exposto, propomos uma sequência didática com base na obra *La Chymie charitable*, focando na primeira parte onde se discute sobre princípios e operações, como o processo de destilação (Quadro 4).

Quadro 4 - Proposta de atividades a partir da obra de Marie Meurdrac.

Encontros (2h/a cada)	Conteúdos	Descrição
Encontro 1	Métodos de separação; História da Química.	Abordar como a destilação foi explicada e usada em um panorama histórico, introduzindo para isso a obra de Marie Meurdrac.
Encontro 2	Métodos de separação;	Explicar com base na obra de Meurdrac o que é a destilação e outros tipos de métodos de separação. Como propõe Lisboa <i>et al.</i> (2016) fazer uma aula investigativa com o tema métodos de separação.
Encontro 3	Métodos de separação; Química inorgânica; História da Química.	Abordar o restante da obra de Meurdrac, sua importância para a época e a relevância da cientista para a Química. Realizar uma atividade na qual os alunos, em grupos, deverão pesquisar e socializar as partes mais importantes de cada capítulo da obra.

Fonte: a autora, 2025.

4.3.1 Aspectos da vida e período histórico de Agnes Pockels (1862-1935)

Figura 3: Retrato de Agnes Pockels



Fonte: <https://www.tu-braunschweig.de/en/agnes-pockels-labor/who-was-agnes-pockels>

Agnes Wilhelmine Louise Pockels nasceu em 1862 em Veneza, Itália, vinda de uma família Alemã. Dos 10 aos 15 anos estudou na Municipal *High School for Girls*, em Brunswick, norte da Alemanha. Agnes não frequentou a mesma escola que seu irmão mais novo por motivos de segregação de gênero nas escolas (Turner, 2016). A escola continha em seu currículo duas aulas de ciências naturais por semana nos últimos anos do Ensino Médio (Garcia, 2021).

Devido a doença acometida por seus pais, e também a época, onde as mulheres não tinham acesso à educação após os 15 anos de idade, a cientista não conseguiu continuar com seus estudos. Seu irmão por outro lado continuou com seus estudos e, em 1888, conquistou o grau de doutor em Física pela Universidade de Göttingen (Garcia, 2021). Com isso, Agnes conseguiu ter acesso ao material de estudos do irmão, como livros de física e matemática e, mesmo não participando de um ambiente formal de ensino, Agnes se dedicou aos estudos como foi possível. A mesma equilibrava o trabalho doméstico com seus estudos, o que levou Agnes a usar o ambiente da cozinha como local também de aprendizado (Fernández, 2021).

Como a cientista tinha muito afazeres na cozinha, dentre eles o cuidado com panelas e louças recobertas de gordura, isso serviu como ponto de observações científicas para Agnes. Dentre outros aspectos, a mesma percebeu como a superfície da água se comportava de modo diferente quando contaminada (Turner, 2016). A primeira observação da cientista foi no ramo da capilaridade, a mesma começou a realizar inúmeros experimentos desde os 18 anos (Derrick, 1982).

Seu irmão se tornou professor da universidade de Göttingen, o que permitiu a Agnes ter acesso a artigos científicos. Deste modo, certo dia a mesma leu um artigo do 3º Barão de Rayleigh que discorria sobre seus estudos sobre as ciências da superfície (Garcia, 2021). Posteriormente, Agnes lhe escreve uma carta falando sobre o desenvolvimento de sua técnica para mensurar quantitativamente a superfície de filmes. O começo de sua carta tinha como conteúdo (Derrick, 1982):

Meu senhor, me perdoe a ousadia de escrever a você, mas por razões pessoais eu não estou em condições de publicar os resultados de meus experimentos. Eu li sobre suas pesquisas, sobre as propriedades até agora pouco compreendidas da superfície da água. Acho que minhas observações podem ajudá-lo [...] (Pockels, Rayleigh, 1891, p. 437-438).

Rayleigh publicou sua carta na *Nature*, divulgando e dando o crédito ao trabalho de Agnes, a qual continuou a publicar sobre sua pesquisa envolvendo a tensão superficial (Derrick, 1982). Seu trabalho acabou sendo reconhecido na Alemanha, sendo a maior parte publicada em jornais alemães. Em seus anos finais Agnes recebeu o tão merecido reconhecimento por sua pesquisa. Em 1931 a cientista foi agraciada, juntamente com H. Devaux, com o prêmio Laura Leonard pela “Investigação quantitativa das propriedades de camadas superficiais e filmes superficiais”. Em 1932 foi concedido a ela o grau de doutorado honorário pela *Carolina-Wilhemina University de Brunswick*. Agnes faleceu em 1935 com 73 anos (Derrick, 1982) deixando como legado com inúmeras contribuições na área da Físico-Química de Interfaces.

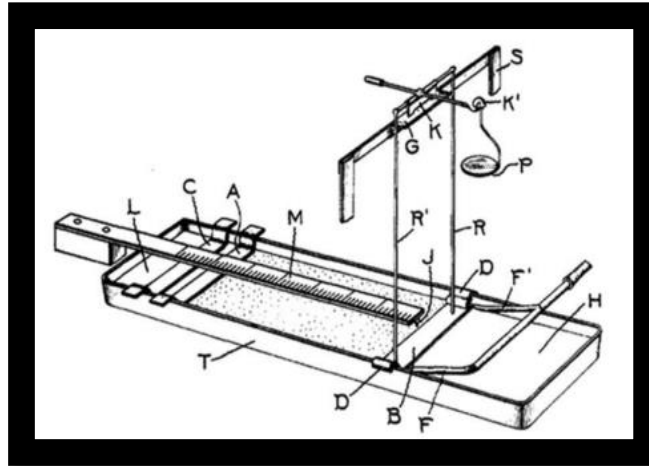
4.3.2 Contribuições de Agnes Pockels para a ciência.

Agnes em suas observações notou algo muito peculiar, a superfície da água não se comportava igualmente “pura” quando contaminada com outra substância. Para conseguir entender o porquê deste comportamento, a mesma realizou uma série de experimentos na pia de sua própria cozinha. Deste modo, aos vinte anos de idade construiu um aparato preliminar para medir a tensão superficial, chamado Tanque de Pockels, que consistia em um container retangular cheio até o topo com água. A cientista colocou uma tira de estanho em cima do container de modo a sempre estar em contato com o líquido e perpendicular ao longo do container. Tal tira servia como um divisor da água na superfície e permitia mover a tira pelo recipiente para aumentar a concentração de contaminantes na superfície da água (Turner, 2016).

Agnes mediu a tensão superficial pela observação da quantidade de força necessária para puxar um botão boiando para fora da superfície. Com isso, a cientista foi capaz de quantificar tal força com o uso de uma escala feita também com botões. Assim, ela conseguiu

medir a tensão para elevar o botão pelo balanço das massas e o puxar para fora da água (Turner, 2016).

Figura 4: Esquema do Tanque de Pockels



Fonte: Turner (2016)

Com seus experimentos Agnes descobriu que com a adição de substâncias diferentes a tensão superficial poderia ter modificações em seu valor, e diminuir. A cientista percebeu que as moléculas de água em seu comportamento usual se atraem, porém, se substâncias solúveis (surfactantes) são adicionadas, as moléculas de água se rearranjam em volta da nova substância (Fernández, 2021). Essas forças intermoleculares presentes na interface de um solvente produzem uma diminuição na tensão superficial da água. Seu aparato foi a base para os estudos e avanços de Langmuir (Derrik, 1982).

4.3.3 Possibilidades para a abordagem das contribuições de Agnes Pockels no ensino de Química

O trabalho e jornada da cientista Agnes Pockels é um grande exemplo de persistência mesmo diante de uma sociedade que não permitia o estudo superior para mulheres. Também destaca-se a dupla jornada assumida pela cientista, que tinha a responsabilidade de cuidar de seus pais enfermos, algo imposto à filha mais velha. De acordo com Duarte e Spinelli (2019):

O trabalho doméstico, a partir dos estereótipos fomentados para homens e mulheres, durante seu processo histórico vem sendo associado à figura feminina, assim como a maternidade, não havendo uma distribuição e responsabilização igualitária entre os nesse contexto. Há uma naturalização do trabalho doméstico como destino e condição da mulher, internalizado no interior das famílias, pressupondo pouco reconhecimento. (Duarte, Spinelli, 2019, p.133)

A partir da análise da literatura em busca de propostas pautadas na trajetória científica de Agnes e no seu trabalho na área da Química, foi identificado o trabalho de Souza (2019).

Neste estudo Souza propõe uma intervenção pedagógica no ensino médio com o objetivo de problematizar a inequidade de gênero na ciência, especialmente nas áreas das ciências exatas, como a Química. A proposta foi aplicada em turmas do 3º ano do Colégio Estadual Souza Aguiar (RJ) e consistiu em três fases: introdução ao tema, aplicação de questionário com estudantes e uma intervenção didática com rodas de conversa e atividades visuais.

Souza (2019) usou a história da química Agnes Pockels como exemplo de cientista invisibilizada pelo chamado efeito Matilda (Rossiter, 1993). A autora promoveu atividades em que estudantes relacionaram invenções e descobertas importantes a mulheres cientistas, como Pockels, ressaltando a ausência de reconhecimento feminino na história da ciência.

Como proposta de intervenção didática baseada no trabalho da cientista Agnes Pockels, apresentamos uma abordagem que engloba tanto os conceitos de tensão superficial, forças intermoleculares e polaridade, quanto questões sobre a exclusão de gênero, com ênfase nas importantes contribuições do seu trabalho para outros avanços na área da química das interfaces (Quadro 5).

Quadro 5 - Proposta de atividades a partir da obra de Agnes Pockels.

Encontros (2h/a cada)	Conteúdos	Descrição
Encontro 1	Tensão superficial; Forças intermoleculares; História da Química.	Propor uma atividade (Apêndice B) de relacionar uma contribuição científica com a imagem de pessoas supostamente responsáveis pela pesquisa. Com isso espera-se abordar sobre estereótipos e invisibilidade de pessoas relacionada ao gênero e raça na ciência. Promover o debate com a turma sobre essas questões. Apresentar um vídeo que aborde a vida e a trajetória da cientista. Trazer com o auxílio de artigos, como o de Derrik (1982) e o da própria Agnes, Pockels (1892), slides e vídeos como o disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=jPsgzfKb5Fc . Nesses materiais há mais informações sobre Agnes e seu trabalho, especialmente sobre o conceito de tensão superficial.
Encontro 2	Tensão superficial; Forças intermoleculares; Polaridade.	Explicar com auxílio de slides e um experimento, como os propostos por Husmann e Orth (2015), Vitori (2015) e Behring <i>et al.</i> (2004), o que é a tensão superficial, relacionando com os conceitos de forças intermoleculares e polaridade. Explicar como a cientista chegou no Ponto de Pockels.
Encontro 3	Tensão superficial; Forças intermoleculares; Questão de gênero; Polaridade.	Retomar o que foi explicado em aulas anteriores, tendo como foco as contribuições de Agnes Pockels para a ciência. Discutir, com base no período histórico, a discriminação em relação às mulheres e dar exemplos de outras mulheres cientistas da mesma época, como Lise Meitner (1878-1968) e Julia Lermontova (1846-1919).

Fonte: a autora, 2025.

4.4.1 Aspectos da vida e período histórico de Aline Machado de Castro

Figura 5: Foto da Aline Castro



Fonte: <https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/sustentabilidade/mulheres-na-ciencia-conheca-a-trajetoria-de-aline-machado-de-castro>

Neste tópico o destaque é dado à Doutora em Engenharia Química Aline Machado de Castro. Aline foi a vencedora do 6º Prêmio Mulheres Brasileiras na Química, premiação oferecida pela Sociedade Americana de Química e pela Sociedade Brasileira de Química, como forma de valorizar a participação feminina na ciência (Brasil, 2023). Aline Castro também foi listada como “Top 2% cientistas no mundo” em 2024, pela Universidade de Stanford (Ioannidis *et al.*, 2019)

A cientista ganhou na categoria “Líder na Indústria”, a qual premia mulheres que atuam nas indústrias químicas, farmacêuticas/cosméticas ou de biotecnologia, cujas pesquisas tiveram um impacto em aspectos como inovação, criatividade e descobertas que contribuíram tanto para o sucesso comercial quanto para o socioambiental. A categoria possui quatro aspectos principais de avaliação, indo do campo de inovação, campo de liderança, campo de reconhecimento até o de interação externa. Além disso, como requisitos mínimos para ser qualificada, é necessário ter doutorado em andamento ou concluído, pedido de patente, artigos publicados, experiência mínima de dez anos na indústria, entre outros (Society, 2019).

Aline Castro, durante sua jornada acadêmica, publicou mais de 100 artigos científicos, assim como registrou 24 famílias de patentes ao longo de sua carreira. Sua trajetória na ciência teve início em 2004 com seu Bacharelado em Engenharia Química. Ela continuou na academia conquistando o grau de mestre em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos (2006), assim como o grau de Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em 2010 (Brasil, 2024). Mais recentemente conquistou o pós-doutorado pela

Universidade NOVA de Lisboa (2018-2019) (Castro, 2023). A cientista focou seus estudos em pesquisas envolvendo processos sustentáveis para a indústria, como rotas para biorrefinarias, reciclagem de plásticos e captura e conversão de CO₂.

A cientista trabalha há 16 anos no Centro de Pesquisa e Inovação da Petrobrás (Cenpes) e atualmente atua como profissional sênior e consultora da Petrobras. É também autora de livros infantis com foco na educação ambiental, assim como colabora com escolas e ONGs em projetos sociais de divulgação científica (Brasil, 2024).

Em suas falas, a cientista relata sobre trabalho em projetos de bioprodução, como o etanol, realizado desde 2007 quando ingressou no Cenpes. Tal tema já tinha sido estudado pela mesma em seu doutorado. Após isso o portfólio de bioprodutos foi expandido, incluindo assim monômeros para a petroquímica. Anos depois ela começou, também com o grupo de pesquisa, a linha de despolimerização de PET utilizando enzimas. Aline recebeu outras premiações, como o reconhecimento da *Institution of Chemical Engineers* (Instituição do Reino Unido) em 2015; o Prêmio ANP (Agência Nacional do Petróleo,) de tecnologia, em 2019; e o Prêmio Kurt Politzer da Abiquim, em 2020 (Brasil, 2024).

Segundo relatos da própria cientista, no meio tempo de sua pesquisa a mesma realizou o pós-doutorado em universidades de Portugal e Dinamarca, tendo como foco tecnologias para a captura e conversão de CO₂, buscando se capacitar em serviços relacionados à transição energética da Petrobrás. Essa tem sido a linha mais recente de sua pesquisa até hoje (Brasil, 2024).

4.4.2 Contribuições de Aline Castro para a ciência.

Aline Castro trabalha na área de biotecnologia há mais de 16 anos. Neste tempo a cientista deu destaque a estudos sobre biotecnologia microbiana e biocatálise aplicadas à área de energia, focando assim no desenvolvimento, caracterização, produção e aplicação de enzimas como amilases, celulasas, lipases, em biorrefinarias e na biotecnologia de polímeros (Castro, 2023).

A cientista também pesquisa sobre a produção de bioprodutos para a área de petroquímica (ácidos orgânicos e dióis) e de biocombustíveis como etanol de amido (Castro, 2023). No artigo intitulado “Produção, propriedades e aplicação de celulasas na hidrólise de resíduos agroindustriais”, Castro e Pereira Jr. (2010) discorrem sobre as celulasas, enzimas capazes de promover a hidrólise da celulose, com ênfase em sua produção. Os autores também apresentam uma revisão sobre suas propriedades físico-químicas e aplicações industriais,

especialmente no contexto da valorização de resíduos agroindustriais lignocelulósicos. Os autores destacam a importância de tais enzimas para a produção de etanol de segunda geração, por meio da conversão enzimática de biomassa vegetal em glicose fermentável, sendo essa uma alternativa sustentável aos combustíveis fósseis.

Seu artigo contribuiu na apresentação da classificação das celulasas em três grupos principais, as endoglucanases, exoglucanases e β -glicosidases, explicando ainda sobre os mecanismos de atuação na degradação da fibra celulósica. Os autores também revisam sobre as aplicações industriais e, como destaque, pontuam sobre o uso das celulasas nas indústrias alimentícia, têxtil, de papel e celulose, além de sua importância estratégica nas biorrefinarias, que buscam o aproveitamento integral de resíduos agrícolas. O trabalho também discute os desafios tecnológicos e econômicos para a viabilização industrial desses processos, sugerindo avanços como a formulação de coquetéis enzimáticos otimizados e estratégias de reciclagem de enzimas (Castro e Pereira Jr., 2010).

De modo geral, o artigo apresenta uma perspectiva histórica relevante, destacando ainda a contribuição da pesquisadora Mary Mandels na caracterização e desenvolvimento de processos com celulasas.

4.4.3 Possibilidades para a abordagem das contribuições de Aline Castro no ensino de Química.

Como proposta para uma aula de Química, propomos uma sequência didática baseada nos três momentos pedagógicos (Delizoicov, Angotti e Pernambuco 2002), apresentada no Quadro 6. Assim, usaremos uma problemática ambiental, como a poluição atmosférica, para discutir sobre o uso desenfreado de combustíveis fósseis. Na organização do conhecimento serão abordados os conceitos de termoquímica, química orgânica na parte de combustíveis fósseis, além de outros tipos de combustíveis alternativos. Como o artigo de Castro e Pereira Jr. (2010) trata de biocombustíveis, etanol de segunda geração e do papel das enzimas como catalisadoras, pode-se abordar sobre os catalisadores e como estes podem ser usados na indústria. Além disso, é possível discutir a jornada de Aline Machado de Castro como forma de valorizar e discutir o papel das mulheres na ciência, tanto no campo da pesquisa, como na indústria.

No terceiro momento, da aplicação do conhecimento, será feita uma série de atividades que contemplem aspectos conceituais dos conteúdos abordados. Os alunos serão encorajados a pesquisar artigos da cientista Aline Castro que possam fundamentar discussões acerca do combate a problemas ambientais, novos combustíveis, despolimerização, entre outros. Como

um exemplo de artigo apontamos o de Ribeiro *et al.* (2011) no qual Aline contribui para a pesquisa e possui relação com os temas abordados.

Quadro 6 - Proposta de atividades a partir da obra de Aline Castro.

Aulas (2h/a cada)	Conteúdos	Descrição
Aula 1	Questões socioambientais; Combustíveis fósseis, Poluição atmosférica; Impactos socioambientais.	Abordar com o auxílio de slides, problemas ambientais com origem do uso/queima de combustíveis fósseis. Para isso utilizar de notícias, dados e estudos sobre o assunto. Alguns materiais que podem ser usados: Presse (2024), Gaspari (2024) e BBC (2023). Discutir com a turma sobre o consumo de combustíveis fósseis, histórico e o papel da Química na problemática.
Aula 2	Termoquímica; biocombustíveis; Cinética Química; Catálise.	Explicar com auxílio de slides como os conceitos da Química conseguem explicar parte da problemática introdutória e suas implicações com base na ciência. Trazer exemplos de como funcionam os biocombustíveis, usando vídeos e recursos visuais quando necessário. Como sugestão de vídeo propomos um material produzido pela TV Unesp sobre biocombustíveis e sua produção. Dependendo das condições do professor, é possível usar apenas trechos deste material (https://youtu.be/Z0n7oAGs5W0?si=yw0vKH5aND9N_aEW),
Aula 3	Termoquímica; biocombustíveis; Cinética Química; Catálise.	Retomar o que foi explicado em aulas anteriores. Abordar nesta aula parte do artigo de Castro e Pereira Jr. (2010). Abordar a Cinética Química no que tange à catálise e suas implicações no estudo, assim como explicar o papel das enzimas no processo. Introduzir a trajetória de Aline Castro como exemplo de mulher na ciência que continua contribuindo não só para a pesquisa, mas para a sociedade como um todo. Falar sobre seus focos de pesquisa e trazer mais pesquisas sobre o tema.
Aula 4	Termoquímica; biocombustíveis; Cinética Química; Catálise. Gênero e o papel da mulher na ciência.	Propor para os alunos uma atividade envolvendo a pesquisa de artigos da cientista Aline Castro. Primeiramente dividir a turma em grupos, e cada grupo ser responsável por pesquisar um artigo que busque mitigar ou desenvolver técnicas para melhorar um problema ambiental. O docente irá mediar caso os alunos necessitem de ajuda na compreensão dos textos. Ao final, apresentar outras cientistas atuais com destaque na pesquisa de assuntos relacionados. Como por exemplo a Prof. Dr. Daniela Zambelli Mezalira, que atua na síntese e caracterização de nanomateriais, catálise heterogênea, fotocatalise, eletrocatalise e aplicações em células a combustível.

Fonte: a autora, 2025.

4.5.1 Aspectos da vida e período histórico de Viviane dos Santos Barbosa (1975-)

Figura 6: Foto da Viviane Barbosa



Fonte: <https://museudavida.fiocruz.br/nostrilhosdaciencia/galeria-mulheres-na-ciencia/>

Viviane dos Santos Barbosa nasceu no bairro da Liberdade em Salvador, na Bahia. Em sua casa, a cientista possuía grandes exemplos, como de sua mãe, a professora de português Nilza, cujo trabalho comunitário ainda repercute nas famílias carentes da cidade. E de seu pai, Florisvaldo Barbosa, um “cientista caseiro” considerado autodidata e cujas experiências com aparelhos eletrônicos, como rádio e televisão, foram estímulo para a carreira científica da filha (Portal Geledés, 2011; Fapesb, 2010)

Sua jornada acadêmica teve início na educação básica, tendo frequentado somente escolas públicas, dentre elas: a Escola Marquês de Abrantes, ICEIA, a antiga Escola Técnica Federal da Bahia - atual CEFET - e a Universidade Federal da Bahia, onde cursou Química Industrial durante dois anos. Neste meio tempo, Viviane foi bolsista de iniciação científica no laboratório do professor Jailson Bittencourt, doutor em química analítica e inorgânica, o qual mencionou em uma fala para o Portal Geledés, a excelência e destaque de Barbosa, no curto período que esteve em seu grupo (Fapesb, 2010).

Devido a adversidades relacionadas ao trabalho administrativo na Petrobras, assim como seu casamento com um homem de origem holandesa, Viviane, por volta da década de 90 saiu do Brasil com destino a Holanda. Para isso aprendeu sozinha inglês e começou um curso de holandês, para conseguir ser aprovada na *Delft University of Technology*, em primeiro lugar.

Mesmo com contratemplos envolvendo, por exemplo, a barreira linguística, Viviane não titubeou, e finalizou a graduação em Bacharelado em Engenharia Química, ingressando

posteriormente no mestrado. Seu mestrado, também em Engenharia Química e Bioquímica, focou na área de nanotecnologia, e com o aval de seu orientador, fez seu próprio projeto. Deste modo, com a parceria do Departamento de Engenharia de Catalisadores da universidade de Delft, a cientista obteve um grande êxito em seus resultados. Sua pesquisa focou na produção de catalisadores metálicos nanoestruturados, com um ou mais elementos, produzidos pelo método “*spark generation and inertial impaction*” (geração de faíscas e impacto inercial), o que possibilitou a mistura de metais chegando até a escala atômica, trazendo potenciais propriedades novas (Portal Geledés, 2011; Fapesb, 2010).

Com seu trabalho Viviane foi premiada em uma conferência internacional em Helsinki, na Finlândia, em 2010. Tal evento é realizado a cada quatro anos e reúne inúmeros cientistas de todas as partes do globo. Marcante pela presença de pesquisadores de diversas áreas, a multidisciplinariedade caracteriza tal conferência. Viviane com seu trabalho competiu com cerca de 800 trabalhos científicos, os quais passaram por inúmeros critérios, como relevância científica e apresentação (Portal Geledés, 2011)

Viviane Barbosa conquistou com sua pesquisa um reconhecimento mundial, porém ainda é pouco mencionada até mesmo no Brasil, o que remete, de alguma forma, às estruturas sociais marcadas pelo apagamento de mulheres negras, em especial na ciência.

4.5.2 Contribuições de Viviane dos Santos Barbosa para a ciência.

Viviane trabalha na área de nanotecnologia e nanomateriais. Seu trabalho que lhe proporcionou o prêmio da *International Aerosol Conference*, em 2010, consistiu na produção de catalisadores metálicos, os quais foram produzidos por um método que possibilitou misturar metais e controlar as dimensões em escala nanométrica, dando assim inúmeras possibilidades de novas propriedades catalíticas (Fapesb, 2010).

O material produzido possui alta porosidade, resultando em um melhor aproveitamento, o que reduz a quantidade necessária de catalisadores. As propriedades de tais catalisadores ainda estão sendo analisadas, contudo já se sabe que eles apresentam maior resistência térmica, e performance diferenciada vinda da sinergia entre os diferentes elementos presentes em sua composição, como o Palladium e a Platina. Além disso podem ser aplicados em uma grande gama de cenários, como na produção de energia alternativa e controle ambiental, reduzindo a emissão de gases tóxicos (Fapesb, 2010).

4.5.3 Possibilidades para a abordagem das contribuições de Viviane Barbosa no ensino de Química.

No Quadro 7, a seguir, apresentamos uma proposta de como trabalhar com a obra de Viviane em uma aula de Química. Em uma abordagem que propicie a apropriação de conhecimentos acerca de cinética química, nanotecnologia e catalisadores. Assim como para além da Química, é esperado que os alunos entendam a importância do trabalho de Viviane e de outras cientistas negras.

Quadro 7- Proposta de atividades a partir da obra de Viviane Barbosa.

Encontros (2h/a cada)	Conteúdos	Descrição
Encontro 1	Questões étnico raciais e de gênero; História da Química; Nanotecnologia.	Abordar com o auxílio de slides e vídeos sobre o assunto, o tema nanotecnologia, definições e aplicações. Trazer exemplos de pesquisadores que trabalham nesta área, focando na Viviane Barbosa. Abordar sua trajetória pessoal e acadêmica, para além da Química. Traçar uma linha do tempo para fazer um panorama histórico de cientistas negros(as). Discutindo com base em trechos do livro “Descolonizando Saberes Mulheres Negras na ciência” ⁴ da Barbara Carine, outras jornadas de mulheres negras no meio científico.
Encontro 2	Nanotecnologia; Cinética Química; catalisadores;	Trabalhar com base no projeto de Viviane sobre catalisadores, conceitos e definições da cinética química, com o auxílio de slides e exemplos.
Encontro 3	Nanotecnologia; Cinética Química; catalisadores;	Explorar mais os assuntos da cinética Química, especialmente o efeito do catalisar com um experimento, como o proposto por Silva <i>et al.</i> (2017). Os alunos poderão relatar os resultados observados e explica-los com base no que foi visto em sala de aula.

Fonte: a autora, 2025.

⁴ PINHEIRO, Bárbara Carine Soares. **Descolonizando Saberes Mulheres Negras na Ciência**. São Paulo: Lf Editorial, 2020. 72 p.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre a trajetória, contribuições e potenciais de trabalho em uma aula de Química de cientistas mulheres. Buscou-se, na medida do possível, atender a cada um dos objetivos inicialmente propostos.

Em uma perspectiva histórico-social é evidente que a participação da mulher em espaços científicos tem aumentado com o passar dos anos, contudo, papéis de destaque e reconhecimento, por muitas vezes, ainda não são atribuídos a conquistas femininas.

A análise realizada nesta pesquisa permite concluir que a ciência é marcada por um forte teor patriarcal, que se evidencia no fato de que, por muitos anos, as mulheres não obtiveram espaço e o devido reconhecimento nas produções científicas. Tal fato tangencia também questões étnico- raciais e de classe, principalmente se considerarmos a participação escassa das mulheres negras em certas áreas de atuação, que em sua maioria é composta por mulheres brancas e de classe média. Todos esses fatores contribuem para a exclusão destas mulheres em determinados campos do conhecimento científico, elitizando ainda mais a ciência brasileira.

No âmbito educacional tais problemáticas se perpetuam, o que se evidencia, por exemplo, no apagamento de contribuições femininas em livros didáticos. Propostas educacionais e produções científicas são ainda, muitas vezes, influenciadas por uma cultura científica fortemente marcada por discriminações de gênero, raça e classe, contribuindo para a invisibilização da mulher no campo da ciência.

Diante do exposto surge a necessidade de mais trabalhos voltados à produção de propostas educacionais que valorizam cientistas mulheres e suas pesquisas. Além disso, cabe às instituições de ensino (escolas e universidades) promover ações que visem a valorização da diversidade e a representatividade de grupos sociais historicamente marginalizados.

Deste modo, este trabalho pode ser ampliado como uma forma de abordar trajetórias de outras cientistas mulheres de nacionalidades diferentes, como Índia, Japão e África, que por muitas vezes são esquecidas justamente pelo caráter eurocêntrico da educação.

Por fim, a construção de propostas didáticas no âmbito da Química envolvendo a questão de gênero na ciência, ao trabalhar com a vida e contribuições de mulheres cientistas, é de grande relevância. São histórias que evidenciam que muitas mulheres, mesmo diante de tantas adversidades, em diversos períodos históricos, persistiram, e ainda persistem, no campo da ciência. São abordagens que podem influenciar o interesse de meninas e mulheres pela ciência e contribuir com a superação de estereótipos em relação a gênero e ao fazer científico.

REFERÊNCIAS

- FAPESB. 2010. **Baiana com especialização na área de nanotecnologia recebe prêmio na Finlândia**. Disponível em: <http://www.fapesb.ba.gov.br/baiana-com-especializacao-na-area-de-nanotecnologia-recebe-premio-na-finlandia/>. Acesso em: 12 jun. 2025.
- AGNES pockels: Surface Science Pioneer. Gravado por Nicole Sharp. 27 mar. 2019. 1 vídeo (5 min). Publicado pelo canal Fyfluidynamics. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jPsgzfKb5Fc>. Acesso em: 27 jun. 2025
- ASSAI, N.; ALCANTARA, E.; FARY, B.; RAPOSA, P. **Ciência no feminino: subsídios históricos e práticas para o ensino de ciências**. Curitiba: Editora Crv, 2023. 194 p.
- BARROZO, C. L.; BETTI, F. A.; GOMES, D. E. G. D. **Teto de Vidro: Um estudo sobre os fatores deste fenômeno no Brasil sob a percepção de Gestoras, Mulheres**; XIX USP International Conference in Accounting, p. 1–20, 2019.
- BASTOS, C. L.; KELLER, V. **Aprendendo a aprender**. Petrópolis: Vozes, 1995
- BBC NEWS MUNDO (ed.). **Combustíveis fósseis: a humanidade vai conseguir viver sem eles?. a humanidade vai conseguir viver sem eles?**. 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/crg8lg80xlwo>. Acesso em: 27 jun. 2025.
- BEHRING, J. L.; LUCAS, M.; MACHADO, C.; BARCELLOS, I. O. Adaptação no método do peso da gota para determinação da tensão superficial: um método simplificado para a quantificação da cmc de surfactantes no ensino da química. **Química Nova**, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 492-495, jun. 2004.
- BOUMAN, K. L. **Extreme Imaging via Physical Model Inversion: Seeing Around Corners and Imaging Black Holes**. [s.l.] Massachusetts Institute of Technology, 10 2017.
- BRASIL. AGÊNCIA PETROBRAS. **Pesquisadora da Petrobras vence 6º Prêmio Mulheres Brasileiras na Química**. 2023. Disponível em: <https://agencia.petrobras.com.br/w/inovacao/pesquisadora-da-petrobras-vence-6-premio-mulheres-brasileiras-na-quimica>. Acesso em: 08 jun. 2025.
- BRASIL. **Ministério da saúde**. Departamento Nacional de Saúde. Serviço nacional de Lepra. Manual de leprologia. Rio de Janeiro, 1960. 174 p
- CASTRO, A.M.D. Currículo do sistema currículo Lattes. [Brasília], 26 abr. 2023. Disponível em : <<http://lattes.cnpq.br/1966912521325118>>. Acesso em : 08 jun. 2025.
- CASTRO, A. M. D; PEREIRA JUNIOR, Nei. Produção, propriedades e aplicação de celulases na hidrólise de resíduos agroindustriais. **Química Nova**, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 181-188, fev. 2010.
- CECI, S.J.; WILLIAMS, W. M.. Understanding current causes of women's underrepresentation in science. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 108, n. 8, p. 3157-3162, 7 fev. 2011.
- CHASSOT, A. A ciência é masculina? É, sim senhora! 6ª ed. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2013, 136p. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 13, n. 149, p. 94, 4 out. 2013.

- CHIANG, T.-C. Wu Chien-Shiung: A brief biography. **AIP Conference Proceedings**, 2015.
- Ciências sem Limites: Biocombustíveis. 23 jun. 2025. 1 vídeo (32 min). Publicado pelo canal TV Unesp. Disponível em: Acesso em: <https://www.youtube.com/watch?v=Z0n7oAGs5W0> . 27 jun. 2025.
- COLE, H. I. Chemistry of leprosy drugs. **International Journal of Leprosy**. 1933, 1 (2), 159–194
- COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Confirmando a Esterificação de Fisher por Meio dos Aromas. **Química Nova na Escola**, [S.I.], v. 19, n. 1, p. 1-3, maio 2004.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, Marta Maria. Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos. São Paulo: Cortez, 2002.
- DERRICK, M. E. Agnes Pockels, 1862-1935. **Journal Of Chemical Education**, [S.L.], v. 59, n. 12, p. 1030-1031, dez. 1982.
- DUARTE, G.; SPINELLI, L. M. Estereótipos de gênero, divisão sexual do trabalho e dupla jornada. **Revista Sociais e Humanas**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 126-145, 7 out. 2019.
- FERNÁNDEZ, N. G. **Gender perspective in the subjects of the Chemistry Degree of the University of Barcelona**. 2021. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Contribution Of Women To The Curriculum Of The Degree., Barcelona, 2021.
- FREIRE, P. *A educação na cidade* 6. ed. São Paulo: Cortez, 2005. 144 p.
- GARCIA, I. T. S. (org.). **Alvorando a Química**. Porto Alegre: Totalbooks, 2021. 63 p.
- GASPARI, A. Além de mudanças climáticas, combustíveis fósseis causam crise social. *Clima Info*, 22 ago. 2024. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2024/08/22/alem-de-mudancas-climaticas-combustiveis-fosseis-causam-crise-social/> . Acesso em: 27 jun. 2025.
- GATTÁS, M. L. B.; FUREGATO, Antonia R. F. A INTERDISCIPLINARIDADE NA EDUCAÇÃO. **Revista da Rede de Enfermagem do Nordeste**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 85-91, abr. 2007.
- GAUDENCIO, E. K. et al. **O efeito tesoura: a participação feminina na pesquisa científica nas áreas de matemática**. Anais V Desfazendo Gênero... Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/79278>>. Acesso em: 30/10/2024 11:5
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, SP: Atlas, 2002
- GOMES, S. S. W.; FRANCISCO JUNIOR, W. E. Alice Ball: an african-american woman to foster education in chemistry. **Journal Of Chemical Education**, [S.L.], v. 101, n. 12, p. 5231-5239, 21 nov. 2024. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jchemed.4c00611>. Acesso em: 24 abr. 2025.
- HINKEL, J.; RAMOS, M. B.; SÁ, L. P. Sinergias e Alergias entre o Ensino de Química e a temática de Gênero e Sexualidade. In: ENPEC, 14., 2023, Caldas Novas. **Anais do XIV**

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campina Grande: Realize, 2023. v. 1, p. 1-11.

HOLLMANN, H. T. The Fatty Acids of Chaulmoogra Oil in the Treatment of Leprosy and Other Diseases. **Arch. Derm. Syphilol.**, v. 5, n. 1, p. 94–101, 1922.

HOOKS, B. **Erguer a voz: pensar como feminista, pensar como negra.** São Paulo: Elefante, 2019.

HUSMANN, S.; ORTH, E. S. Teaching Surface Tension Using Easy-to-do Experiments in Undergraduate Classes. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 823-834, maio 2015.

IOANNIDIS, J. P. A.; BAAS, J.; KLAVANS, R.; BOYACK, K. W. A standardized citation metrics author database annotated for scientific field. **Plos Biology**, [S.L.], v. 17, n. 8, p. 1-6, 12 ago. 2019.

JAMAL, N. O. E.; GUERRA, A. O CASO MARIE CURIE PELA LENTE DA HISTÓRIA CULTURAL DA CIÊNCIA: DISCUTINDO RELAÇÕES ENTRE MULHERES, CIÊNCIA E PATRIARCADO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 24, 28 mar. 2022.

JORNAL A TARDE. Portal Geledés, 2011. Viviane dos Santos Barbosa: negra, baiana e agora cientista de fama mundial. Disponível em: <https://www.geledes.org.br/viviane-negra-baiana-e-agora-cientista-de-fama-mundial/>. Acesso em: 12 jun. 2025.

KELLER, E. F. Qual foi o impacto do feminismo na ciência? **Cadernos Pagu**, [S.L.], n. 27, p. 13-34, dez. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cpa/a/bSBYctG9zPV55wBnbQkpbCb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 mar. 2025.

KWIECINSKI, J. M. Merit Ptah, “The First Woman Physician”: Crafting of a Feminist History with an Ancient Egyptian Setting. **Journal of the History of Medicine and Allied Sciences**, Vol. 75, No. 1, p. 83–106, 11 Verão 2019.

LIMA, I. P. C. D. **LISE MEITNER E A FISSÃO NUCLEAR: CAMINHOS PARA UMA NARRATIVA FEMINISTA.** 2019. 181 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/31996/3/IsabelleLima_tese%20de%20doutorado_vers%C3%A3o%20final%20com%20ficha.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

LISBOA, L. V.; CASTRO, S. V. F.; SANTOS, G. A. dos; SOUZA, P. V. T. de. ESTUDO DOS MÉTODOS DE SEPARAÇÃO DE MISTURA A PARTIR DE UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA. **Ciclo Revista: Vivências em Ensino e Formação (ISSN 2526-8082)**, [S. l.], v. 1, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ifgoiano.edu.br/ciclo/article/view/249>. Acesso em: 27 jun. 2025.

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

MENEZES, D.; BRITO, C.; ANTENEODO, C. Efeito Tesoura: No Brasil, o número de mulheres envolvidas com a física desce à medida que a carreira progride. **Scientific American Brasil**, outubro 2017.

Menezes, E. M. de, & Teixeira, M. L. (2018). **Fundamentos de metodologia da pesquisa em educação**. Cortez.

MEURDRAC, M. **La Chymie Charitable et Facile en faveur des Dames**. 2 ed. Paris: Jean d'Hoüry, 1674.

NAIDEKA, N. et al. MULHERES CIENTISTAS NA QUÍMICA BRASILEIRA. **Química Nova**, v. 43, n. 6, p. 823–836, jun. 2020.

OLIVEIRA, L. D.; ROQUE, T. (org.). **Mulheres na Ciência: o que mudou e o que ainda precisamos mudar**. Rio de Janeiro: Oficina Raquel, 2024. 185 p.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde. Hanseníase.

Disponível em:

<https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Hanseniase#:~:text=A%20hansen%C3%ADase%20%C3%A9%20uma%20doen%C3%A7a,e%20pode%20gerar%20incapacidades%20permanentes.>

2017. Acesso em: 30 jun. 2024.

PARASCANDOLA, J. Chaulmoogra oil and the treatment of leprosy. **Pharmacy in history**, v. 45, n. 2, p. 47-57, 2003.

PEREIRA, L. S.; SANTANA, C. Q. e BRANDÃO, L. F. S. P. O apagamento da contribuição feminina e negra na ciência: reflexões sobre a trajetória de Alice Ball. **Cadernos de Gênero e Tecnologia**, v. 12, n. 40, p. 92-110, 2019.

POCKELS, A.; RAYLEIGH, J., **Nature**, n. 43, 1891, p. 437-438.

PONTES, V. H. S. **Destilando o Som do Texto: uma proposta de audiolivro na formação de professores de química**. 2021. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2021.

PORTO, P. A. Os três princípios e as doenças: a visão de dois filósofos químicos. **Química Nova**, v. 20, n. 5, p. 569-572, out. 1997.

PRESSE, F. Emissões de CO2 por combustíveis fósseis alcançam recorde sem limite à vista, indica estudo. **O Globo**. 12 nov. 2024. Disponível: Acesso em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/11/12/emissoes-de-co2-por-combustiveis-fosseis-alcancam-recorde-sem-limite-a-vista-indica-estudo.ghtml> . 27 jun. 2025.

RIBEIRO, B. D.; CASTRO, A. M. D.; COELHO, M. A. Z.; FREIRE, D. M. G. Production and Use of Lipases in Bioenergy: a review from the feedstocks to biodiesel production. **Enzyme Research**, [S.L.], v. 2011, n. 1, p. 1-16, 7 jul. 2011.

ROSSITER, M. W. The Matthew Matilda effect in science. **Social Studies of Science**, v. 23, n. 2, p. 325-341, 1993.

SANTANA, C. Q.; PEREIRA, L. DOS S. O caso Alice Ball: uma proposta interseccional para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 4, p. 1–10, nov. 2021.

SANTOS, F. M. D. **HILDEGARDA DE BINGEN: MÍSTICA E TEOLOGIA FEMININAS NO SÉCULO XII**. 2019. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de História, Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em:

https://bdm.unb.br/bitstream/10483/26376/1/2019_FabiolaMendesDosSantos_tcc%20%281%29.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

SANTOS, F. S. D. DOS; SOUZA, L. P. A. DE.; SIANI, A. C. O óleo de chaulmoogra como conhecimento científico: a construção de uma terapêutica antileprótica. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 15, n. 1, p. 29–46, jan. 2008.

SANTOS, V. D. A.; SANTOS, R. A. D.; SANTOS, Y. D. J. A.; OLIVEIRA, F. S. D. CONTRIBUIÇÕES DE MULHERES NEGRAS NA CIÊNCIA: relato de experiência da aplicação de uma oficina temática sobre alice ball. **Revista Ciências & Ideias Issn**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 1-15, 26 ago. 2024. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/2573/2412>. Acesso em: 14 maio 2025.

SILVA, A. G. da *et al.* A MULHER NA CIÊNCIA: um breve histórico e reflexões sobre políticas e ambiente laboral. **Vitruvian Cogitationes**, Maringá, v. 3, n. 2, p. 81-94, 30 nov. 2022. Universidade Estadual de Maringa. <http://dx.doi.org/10.4025/rvc.v3i2.66085>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/vitruvian/index.php/revisvitruscogitationes/article/view/66085>. Acesso em: 11 maio 2025.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis, SC: UFSC, 2005.

SILVA, J. N. D.; AMORIM, J. D. S.; MONTEIRO, L. D. P.; FREITAS, H. G. Experimentos de baixo custo aplicados ao ensino de química: contribuição ao processo ensino-aprendizagem. **Scientia Plena**, [S.L.], v. 13, n. 01, p. 1-11, 13 jan. 2017.

SILVA, L. D. L. O VOTO FEMININO E OS MOVIMENTOS FEMINISTAS: DESAFIOS E CONQUISTAS PARA AS MULHERES NEGRAS NO BRASIL. **Revista Evolução Cicep**, São Paulo, v. 3, n. 10, p. 1-51, dez. 2024.

SOCIETY, American Chemical. **Prêmio ACS-SBQ “Mulheres Brasileiras em Química”**. 2025. Disponível em: <https://www.acs.org/funding/awards/premios-mulheres-brasileiras-em-quimica.html#:~:text=O%20Pr%C3%AAmio%20%E2%80%9CMulheres%20Brasileiras%20na,na%20pesquisa%20cient%C3%ADfica%20em%20qu%C3%ADmica..> Acesso em: 08 jun. 2025.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, S. O.; ALVES, L. H. A **Pesquisa Bibliográfica: princípios e fundamentos**. Cadernos da Fucamp, v.20, n.43, p.64-83. 2021. Disponível em: <https://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/article/download/2336/1441>. Acesso em: 05 jul. 2024.

SOUSA, C.; PEREIRA, C. F. C.; ROCHA, A. S.; BECKER, S.; TAMIASSO-MARTINHON, P. Representação da mulher em livros didáticos de química. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 4, p. 241-253, 28 jun. 2019.

SOUZA, R. O. D. **JOVENS CIENTISTAS**: discussão e informação no ensino médio como métodos de enfrentamento à inequidade de gênero na ciência. 2019. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, 2019.

STEIL, A. V. (1997). Organizações, gênero e posição hierárquica – compreendendo o fenômeno do teto de vidro. **Revista de Administração**, São Paulo, 32(3), 62-69.

TABAK, F. **Estudos substantivos sobre mulher e ciências no Brasil**. In: COSTA, A. A. A.; SARDENBERG, C. M. B. (Org.). *Feminismo, ciência e tecnologia*. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2002. p. 39-49.

TABAK, F. Sobre avanços e obstáculos. Núcleos e grupos de pesquisa, em Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres –spm– (org.), **Encontro Nacional Pensando Gênero e Ciência. Núcleos e Grupos de Pesquisa**, Brasília, Presidência da República, 2006. p. 27-40

TERESA CRISTINA DE NOVAES MARQUES (Brasil). Câmara dos Deputados. **O voto feminino no Brasil**. 2. ed. Brasília: Edições Câmara, 2019. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/midias/file/2020/11/voto-feminino-brasil-2ed-marques.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2025.

TOSI, L. Marie Meurdrac. Química Paracelsiana e Feminista do Século XVII. *Química Nova*, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 440-444, 1996.

TOSI, L. Mulher e ciência: a revolução científica, a caça às bruxas e a ciência moderna. **Cadernos Pagu**. Campinas, p. 369-397. jan. 2012. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/cadpagu/article/view/4786705/2352>. Acesso em: 14 abr. 2025.

TRINDADE, L. S. P. **Práticas femininas: La Chymie Charitable de Marie Meurdrac**. 2010. 113 f. Tese (Doutorado em História da Ciência). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2010.

TURNER, C. **Langmuir-Pockels Trough with Double Wall Couette for Measuring Interfacial Rheology of Insoluble Surfactants**. 2016. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Oregon State University, Oregon, 2016.

UNESCO. *Uma equação desequilibrada: Aumentar a participação das mulheres na STEM na Lac*. Org: BELLO, A.; ESTÉBANEZ, M. E. Montevideu, 2022. Disponível em: [PolicyPapers-cilac-gender-pt.pdf](https://policypapers-cilac-gender-pt.pdf). Acesso em: 4 abril. 2025.

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.

VITORI, T. R. S. **Tensão superficial da água: construção do conhecimento por meio da abordagem investigativa no ensino de ciências**. 2015. 26 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ensino de Ciências Por Investigação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

WERMAGER, P. ; HELTZEL, C. A. A. Augusta Ball. **ChemMatters**. v. 25, n. 1, p. 16–19, 2007.

ZANETTINI, N. L.; OLIVEIRA, Z. V. Mulheres e História da Química: Marie Meurdrac e a técnica da destilação. In: V SIMPÓSIO DA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E DA MATEMÁTICA, 5., 2024, Santo André. **Anais [...]**. Santo André: Ufabc, 2024. p. 167-169.

7. APÊNDICES

Apêndice A – Roteiro História em Quadrinhos Alice Ball.

O roteiro a seguir corresponde a uma proposta de como estruturar a história em quadrinhos mencionado na proposta de ensino neste trabalho. Essa proposta nasceu no âmbito de uma disciplina cursada no Curso de Licenciatura em Química. Cada tópico é estruturado para compor um único quadrinho. Deste modo a história completa foi dividida em quatro partes principais. Ao lado de alguns tópicos há uma sugestão de como apresentar visualmente a história.

Quadro 8 – Roteiro história em quadrinhos.

PARTE 1 - Problematização inicial
<p>1- Homem chega no posto de saúde com manchas vermelhas na pele e caroço no corpo</p> <p>2- Na consulta o mesmo também alega formigamento nas mãos e diminuição sensibilidade pés</p> <p>3- O médico faz o diagnóstico de Hanseníase.</p>
PARTE 2 - Sobre a Hanseníase
<p>1- A Hanseníase já era conhecida desde a antiguidade em países como a Índia, China e Japão. Assim como esteve presente em textos bíblicos. (imagem livro e atrás índia)</p> <p>2- A doença de origem bacteriana "<i>Mycobacterium leprae</i>" também conhecida como lepra foi alvo de estigmas principalmente por religiões judaico-cristãos. (imagem pessoa isolada e na pele vermelha colocar balão com imagem bactéria)</p> <p>3- Um dos primeiros estudos acerca da doença foi feito pelo médico Norueguês Gerhard Armauer Hansen em 1826. (Imagem médico no laboratório com bactéria)</p> <p>4- E por estudos mais avançados foi descoberto que a transmissão da doença se dá por contato com secreções como saliva, respiração e/ou fala. (imagens dos atos)</p> <p>5- A doença pode afetar a pele, nervos periféricos, rins, olhos e fígado. (imagem pessoa doente com tais enfermidades) e pode causar danos irreversíveis.</p> <p>6- Para o seu tratamento já foi usado raios-x, arsênio, cobre e vacinas. (imagem dos tratamentos para uma pessoa doente).</p> <p>7- Tais métodos não foram bem sucedidos, necessitando de outra alternativa os cientistas focaram seus estudos no Óleo de Chaulmoogra. (imagem óleo).</p> <p>8- O óleo de chaulmoogra é extraído das sementes da árvore chaulmoogra (<i>Taraktogenos kurzii</i>). (imagem árvore com sementes)</p> <p>9- O óleo de Chaulmoogra, já tinha sido usado no Leste para o tratamento da Hanseníase e outras doenças de pele por centenas de anos (imagem de pessoas usando o óleo antigamente)</p> <p>10- Eles administravam o óleo de forma oral, tópica ou injetável, as quais nenhuma obtinha resultados eficientes (imagem formas de aplicação).</p>
PARTE 3 -Óleo de Chaulmoogra

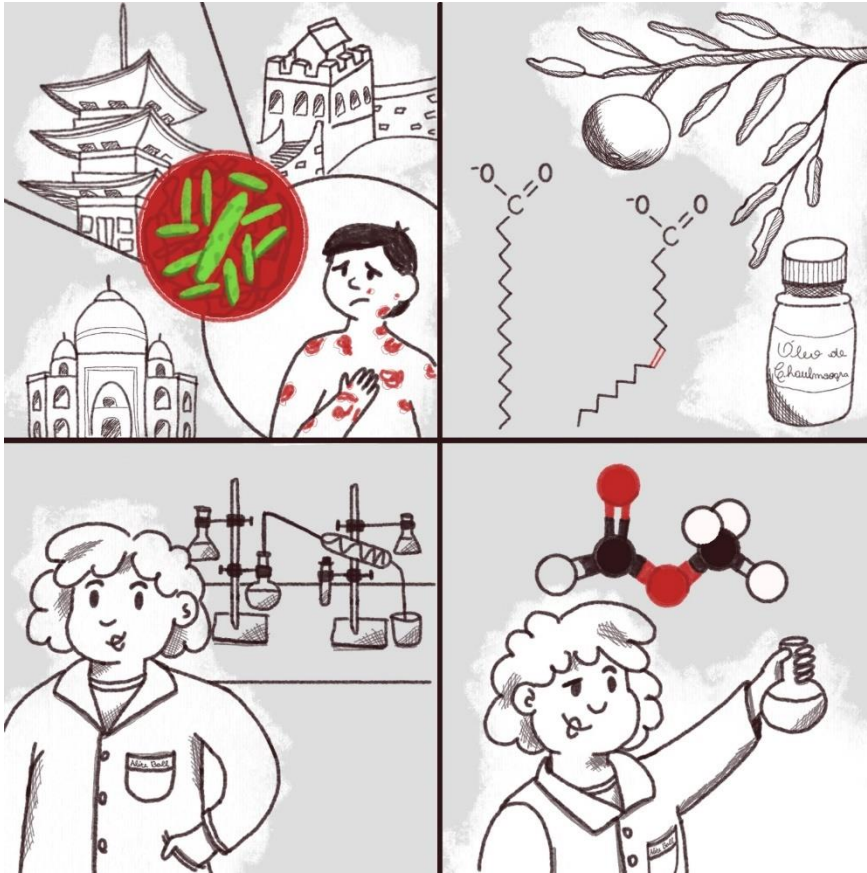
- 1- O óleo é composto de longas cadeias de ácidos graxos com baixa solubilidade em água.
- 2- Frederick Power e colegas em seus estudos conseguiram isolar dois componentes do óleo: o ácido chaulmoogrico e o ácido hidrocarbônico.
- 3- Porém, devido sua solubilidade foi preciso os converter em seus respectivos sais de sódio, o responsável por isso foi Sudhamoy Ghosh em 1916.
- 4- Porém resultados adversos ainda persistiam, como a hemólise.

PARTE 4- Alice e o Óleo

- 1- Uma figura muito importante aparece para dar rumo para os tratamentos doença: Alice Ball.
- 2- Alice Ball nasceu em Seattle nos Estados Unidos, é uma química afro-americana.
- 3- A mesma estudou na Universidade de Washington aos dezoito anos.
- 4- A cientista se formou em Química e Farmácia.
- 5- Alice foi a primeira mulher a conquistar o grau de mestra em Química.
- 6- Aos 23 anos se tornou a primeira mulher afro-americana intitulada como professora assistente no departamento de Química na Universidade do Hawaii.
- 7- Durante o seu tempo trabalhando como instrutora, a cientista foi convidada pelo médico Harry T. Hollmann, para trabalhar na pesquisa sobre o óleo de chaulmoogra.
- 8- Em sua pesquisa a química teve êxito na separação e identificação de dois componentes do óleo de chaulmoogra.
- 9- Para isso usou de métodos de separação simples, como filtração e cristalização fracionada.
- 10- O método Ball consistia na separação do óleo em 4 frações e posteriormente a esterificação com etanol.
- 11- Seu método foi muito importante para a melhora na qualidade de vida dos pacientes.
- 12- Porém mesmo tendo um grande papel na ciência, Alice não colheu os frutos de seu trabalho por conta de sua morte prematura em 1926.
- 13- O reconhecimento de sua pesquisa também foi omitido e só destacado no final da década de 1970.

Fonte: a autora, 2025.

Amostra da História em Quadrinhos Alice Ball.



Fonte: Samara Thelma (2025)

Apendice B - Atividade Estereótipos de Gênero Agnes Pockels.

Tal atividade foi desenvolvida com o intuito de se trabalhar com os estereótipos de gênero na ciência. Para isso foram escolhidos oito cientistas, nos quais quatro são homens e quatro mulheres. Para além deste recorte os cientistas escolhidos também são de etnias e nacionalidades variadas, com o intuito de não influenciar o aluno.

Com isso, a atividade elaborada baseia-se em relacionar uma descoberta/ feito científico com o responsável pela mesma, com o intuito de avaliar com o que os alunos associam o “fazer ciência”. No Quadro 9 são apresentadas os/as cientistas escolhidos/as e suas contribuições para a ciência.

Quadro 9 - Relação de cientistas e descobertas

Cientistas	Descobertas
Alice Ball – Estados Unidos	Tratamento Hanseníase
Dorothy Hodgkin - Egito	Decifrar estrutura atômica penicilina
Katherine Blodgett – Estados Unidos	Vidro antirreflexo
Patricia Bath – Estados Unidos	Remoção catarata a laser
Alexander Fleming - Reino Unido	Primeira substância antibiótica: penicilina
Charles Drew – Estados Unidos	Primeiros bancos de sangue
Cheikh Anta Diop - Senegal	Determinar melanina múmias egípcias
Linus Pauling – Estados Unidos	Conceito de hibridização das orbitais atômicas

Fonte: as autoras, 2025.