CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

O LADO INVISÍVEL DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA: DISCUTINDO A AUSÊNCIA DE MULHERES NA CIÊNCIA POR MEIO DA VISIBILIDADE DE MARIE CURIE NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Natasha Obeid El Jamal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Andreia Guerra de Moraes

Rio de Janeiro
Maio 2021

O LADO INVISÍVEL DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA: DISCUTINDO A AUSÊNCIA DE MULHERES NA CIÊNCIA POR MEIO DA VISIBILIDADE DE MARIE CURIE NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre.

Natasha Obeid El Jamal

Banca Examinadora:

_____

Presidente, Dra. Andreia Guerra de Moraes (CEFET/RJ) (orientador)

_____

Professor Dr. Cristiano Barbosa de Moura (CEFET/RJ)

_____

Professora Dra. Tania de Oliveira Camel (FIOCRUZ/RJ)

_____

Professora Dra. Marinês Domingues Cordeiro (UFSC/SC)

Rio de Janeiro
Maio 2021

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

E37 El Jamal, Natasha Obeid
O lado invisível da história da ciência: discutindo a ausência de mulheres na ciência por meio da visibilidade de Marie Curie na educação em ciências / Natasha Obeid El Jamal — 2021.
131f. : il. , enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca , 2021.
Bibliografia : f. 134-141
Orientadora: Andreia Guerra de Moraes

1. Mulheres na ciência. 2. Ciência, tecnologia e sociedade. 3. Ciência – História. 4. Curie, Marie, 1867-1934. I. Moraes, Andreia Guerra de (Orient.). II. Título.

CDD 500.82

Elaborada pela bibliotecária Tania Mello – CRB/7 nº 5507/04

AGRADECIMENTOS

Minha mãe saiu da guerra no Líbano bem jovem, veio refugiada, não terminou os estudos e nem falava português, mas trabalhou desde sempre, criou duas filhas em outra cultura e sozinha. Hoje, com 60 anos, continua trabalhando muito e cuida da minha avó. Minha avó foi obrigada a casar aos 14 anos com um marido de 30 que a batia, mesmo ela cozinhando para ele e seus 6 filhos. Um dos 6 filhos era criança quando o exército em plena guerra atirou nele na rua de casa, outros dois filhos endoidaram e um sumiu. Ela era analfabeta lá e continuou analfabeta aqui, mas não parou de trabalhar um dia, hoje com 80 anos, ainda sem falar português e com escápulas das costas fora do lugar de tanto carregar peso, continua trabalhando com encomenda de comida árabe caseira. Minha tia também criou dois filhos enquanto trabalhava para fora, era esteticista em casa, fazia o almoço dos filhos no intervalo dos clientes, desenvolveu lúpus e uma artrose que a impediam de segurar os equipamentos, mesmo assim segurava. Minha irmã bem jovem decidiu sair do Rio que tanto amava, foi morar num país que mal conhecia, para trabalhar com uma coisa que não trabalhava em um idioma que não falava, porque precisava ajudar em casa, mesmo já tendo ajudado bastante cuidando de mim. Eu cresci com essas mulheres, alimentada e cuidada por elas. Quem me inspira são elas, minhas amigas de escola, de faculdade e de vida, as professoras com as quais trabalho, minhas antigas orientadoras de faculdade e minha atual orientadora. Todas mulheres fortes, trabalhadoras e dedicadas. Às mulheres na minha vida, um agradecimento especial.

Agradeço também ao NIEHCC, onde conheci ideias, amigos e pesquisadores, e construí meu trabalho. À, novamente, minha orientadora Andreia Guerra, sem a qual eu nada teria conseguido. E ao meu amor, que está comigo na alegria ou na luta e acompanhou meu estresse de ser mestranda e professora em contexto de pandemia.

RESUMO

O lado invisível da História da Ciência: discutindo a ausência de mulheres na ciência por meio da visibilidade de Marie Curie na educação em ciências

A dissertação é um trabalho teórico, elaborado por uma interseção entre história e filosofia da ciência, feminismo e ensino. A pesquisa tem o objetivo de discutir as invisibilidades das mulheres na ciência e sociedade por meio da construção histórica da visibilidade de uma personagem feminina na História da Ciência (Marie Curie), com resultados que potencializam uma visão crítica sobre ciência e ações sociopolíticas – a luta por condições melhores para as mulheres - na educação em ciências. E é feita sob uma fundamentação teórico metodológica, que percorre todo o texto, com revisões bibliográficas sobre estudos de gênero, patriarcado, feminismo, educação em ciências, identidade cultural, participação feminina na História da Ciência e sobre Marie Curie. Escolhemos Marie Curie porque a cientista é reconhecida como uma das mulheres mais importantes da história do ocidente moderno para além do mundo científico, sendo muitas vezes lembrada pelos movimentos feministas. Entretanto, a sua reincidência na literatura revela que ela ainda é uma exceção enquanto mulher na história e na historiografia da ciência e que faltam exemplos diversos de mulheres na ciência. A visibilidade de Marie Curie em detrimento de outras mulheres invisíveis na ciência se deve às condições necessárias que permitam mais mulheres participarem das práticas científicas que sustentam a ciência moderna. Para estudar quais condições levaram Marie Curie à visibilidade, a narrativa histórica utiliza a lente historiográfica da História da Ciência Cultural que foca nas práticas científicas. Pensando na educação em ciências que busca discutir a participação de mulheres na ciência, a visibilidade e excepcionalidade do caso Marie Curie demonstra que é importante tanto compreender o contexto sociocultural no qual Marie esteve inserida, quanto a necessidade de buscar outros exemplos de mulheres na ciência que dialoguem mais com a nossa cultura, atores sociais historicamente invisíveis e subjugados. A crítica à invisibilidade de outras mulheres na ciência também pode ser potente para que as alunas compreendam a necessidade de lutar por condições melhores para que mais mulheres possam participar de práticas científicas.

Palavras-chave: Marie Curie; Patriarcado; História Cultural da Ciência; Ensino de Ciências.

ABSTRACT

The invisible side of Science History: discussing the absence of women in science through the visibility of Marie Curie in science education

The dissertation is a theoretical work, elaborated by an intersection between history and philosophy of science, feminism and teaching. The research aims to discuss the invisibilities of women in science and society from the historical construction of the visibility of a female character in the History of Science (Marie Curie), with results that enhance the critical view on science and socio-political actions - the struggle for better conditions for women - in science education. And it is done under a theoretical methodological basis, which runs throughout the text, with bibliographic reviews on gender studies, patriarchy, feminism, science education, cultural identity, female participation in the History of Science and about Marie Curie. We chose Marie Curie because the scientist is recognized as one of the most important women in the history of the modern West beyond the scientific world, and is often remembered by feminist movements. However, her recurrence in the literature reveals that she is still an exception as a woman in the history and historiography of science and that different examples of women in science are lacking. Marie Curie's visibility at the expense of other women invisible in science is due to the necessary conditions that allow more women to participate in the scientific practices that underpin modern science. To study which conditions led Marie Curie to visibility, the historical narrative uses the historiographical lens of the History of Cultural Science that focuses on scientific practices. Thinking about science education that seeks to discuss the participation of women in science, the visibility and exceptionality of the Marie Curie case demonstrates that it is important both to understand the socio-cultural context in which Marie was inserted, and the need to seek other cases of women in science that dialogue with our culture, historically invisible and subjugated social actors. Criticism of the invisibility of other women in science can also be potent so that the students understand the need to fight for better conditions so that more women can participate in scientific practices.

Keywords: Marie Curie; Patriarchy; Cultural History of Science; Science teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1: Mulheres (M) e Homens (H) na Ciência 49

Figura 1 - “Mulheres famosas”. Folha da Manhã (SP), 12 de junho de 1955, p.2. 91

Figura 2 - “MMe. Maria Curie. Um grande espirito scientifico e uma verdadeira alma scientifica”. Folha da Manhã (SP), 19 de julho de 1926, p.1. 92

Figura 3 - “Faça uma forcinha, acredite nos homens”. Folha de São Paulo (SP), 1 de janeiro de 1975, p.8. 93

Figura 4 - “A mulher franceza”. Jornal do Recife (PE), 29 de outubro de 1922, edição 00250, p.1. 94

Figura 5 - Marie Curie na quinta Conferência Solvay de Mecânica Quântica, 1927. 117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HC	História da Ciência
HCC	História Cultural da Ciência
NIEHCC	Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura
NdC	Natureza da Ciência
REDEQUIM	Revista Debates em Ensino de Química

SUMÁRIO

Introdução **9**

1 - Fundamentação teórico-metodológica **15**

1.1 - Percursos da pesquisa 15

1.2 - Educação em ciências como um ato político: motivos e caminhos para ensinar ciência 19

1.3 - História Cultural da Ciência e a educação em ciências 23

1.4 – Perspectivas feministas e Feminismo 26

1.5 – Gênero, Patriarcado e Identidade 32

1.6 - A exclusão das mulheres na Ciência e na educação em ciências 41

2 - Uma revisão na literatura de Química e Ensino sobre a participação feminina na História da Ciência **47**

2.1 - Resultados da revisão bibliográfica 48

2.2 - Discussão dos resultados 51

2.2.1 - Implicações dos resultados da revisão na literatura para a pesquisa 54

3- O caso Marie Curie na História Cultural da Ciência **56**

3.1 - O caso Marie Curie 57

3.2 - As práticas científicas no caso Marie Curie 72

3.2.1 - A institucionalização da educação feminina na França 74

3.2.1.1 – O caráter elitista da Educação francesa 79

3.2.1.2 – Movimento e História das mulheres na França e na Ciência 82

3.2.2 - A circulação do conhecimento científico 88

3.2.2.1 - Divulgação do conhecimento científico 88

3.2.2.2 – Imigração de estudantes estrangeiras na França 96

3.2.3 – A experimentação da radioatividade na França 98

3.2.3.1 – Premiações pelas pesquisas na radioatividade 103

3.2.3.2 – Discursos da Conferência Nobel e a experimentação 106

4 - O exemplo Marie Curie na Ciência e no Ensino **109**

4.1 - As categorias gênero, etnia e classe social no caso Marie Curie 112

4.2 – A visibilidade de Marie Curie e a invisibilidade de outras mulheres 118

4.3 - Implicações sobre o uso do exemplo Marie Curie para a representatividade 121

4.4 - O exemplo Marie Curie para o ativismo na educação em ciências 126

Considerações Finais **132**

Referências **134**

Introdução

Esta dissertação é uma construção personalizada e, ao mesmo tempo, uma construção social e coletiva. É personalizada porque o texto parte de um autor, um *eu*. É social, porque a pesquisa é construída em um contexto histórico-mundial desafiador e sob estruturas sociais vigentes como, em foco, o patriarcado. E é coletiva, porque a pesquisa foi construída com o apoio dos integrantes do Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura (NIEHCC).

Em relação ao caráter personalizado na construção da dissertação, o texto é escrito por um *eu* subjetivo, no qual a subjetividade não é de todo uma essência, mas é construída pelo mundo em que existe o *eu*, pelas estruturas vigentes nesse mundo que moldam as subjetividades, os hábitos e discursos. Como o conhecimento produzido e a visão sobre o mundo dependem do ponto de referência, ou seja, do lugar do qual se vê e de quem vê (HARAWAY, 1995), é importante me posicionar enquanto mulher, professora e pesquisadora. Portanto, essa pesquisa é feita sob uma visão feminista e docente, e é sob ela que a pesquisa é construída. Sendo assim, o texto reflete tanto angústias individuais, quanto questões da nossa realidade estrutural, em especial, a denúncia ao patriarcado.

Em relação ao caráter social na construção dessa dissertação, a pesquisa foi desenvolvida durante um contexto político, social e econômico desafiador que também afetam o ponto de referência – o *eu*. A dissertação é elaborada em 2020 quando o mundo é assolado pela pandemia do coronavírus recém-descoberto (COVID-19). No Brasil, país que enfrenta altos índices de desigualdade social, outros males sociais foram desencadeados durante o enfrentamento da pandemia, o que transformou o contexto brasileiro atual em uma crise sanitária. As vulnerabilidades da educação pública e das zonas urbanas mais pobres e negligenciadas dos estados brasileiros fornecem um quadro que escancara a realidade do país durante a crise, no qual grupos subjugados, como as mulheres e os mais pobres, são aqueles mais afetados.

Exemplos extraídos do contexto da pandemia de 2020 gerada pela COVID-19 permitem discutir a condição das mulheres no patriarcado, no que se refere a desigualdade de direitos e responsabilidades entre os gêneros. No início da pandemia, uma publicação

no jornal *The Lily*[1] conta como as mulheres estavam enviando 50% a menos de artigos do que normalmente enviam para revistas científicas, enquanto homens estavam enviando 50% a mais. Analisando os dados da pesquisa que gerou a publicação, Leslie Gonzales, professora da *Michigan State University*, afirmou que durante a pandemia, as responsabilidades domésticas foram aumentadas. Com filhos em casa, mulheres se viram sobrecarregadas por trabalhos domésticos, trabalhos de cuidado, além de seus próprios trabalhos *home office*. Os homens pareciam, portanto, terem deixado à cargo de suas esposas os afazeres domésticos e, livres de tais obrigações, puderam ter mais tempo para se concentrar na escrita. Outra publicação, no jornal *El País*[2], também destacou que a "nova normalidade" massacra as mulheres, pois, durante a pandemia de 2020, ficar em casa as sobrecarregou. Enquanto as mulheres se encarregam das tarefas domésticas, não há tempo para que se dediquem aos trabalhos externos. Ademais, nenhuma política assistencialista é feita a essas mulheres que tiveram que se dividir entre seus trabalhos de tempo integral, seus estudos ou pesquisas, e os trabalhos domésticos durante a pandemia.

Ao longo da pesquisa aqui relatada, nas leituras feministas ou nas leituras sobre História da Ciência (HC), uma questão emergia com frequência: a divisão sexual do trabalho baseada no gênero, que influi a responsabilização das mulheres pelo espaço privado/doméstico e a consequente ausência delas em outros espaços, como na ciência. Há uma convergência dos estudos feministas trazidos ao longo da dissertação sobre a divisão sexual do trabalho. Como essa questão emergia com frequência durante a pesquisa, compreender a manutenção dos trabalhos domésticos e de reprodução social[3] se tornou relevante para compreender a condição desfavorável das mulheres.

É diante desse contexto histórico-mundial desafiador que essa dissertação, vinculada à área de educação em ciências, é desenvolvida e, portanto, ela é afetada direta e indiretamente pelos conflitos mencionados. A condição de discriminação e pobreza da

---

[1] KITCHENER, Caroline. Women academics seem to be Submitting fewer papers during Coronavirus. "Never seen anything like It", says one editor. The Lily, Washington, publicado em 24 abril 2020. Disponível em: https://www.thelily.com/women-academics-seem-to-be-submitting-fewer-papers-during-coronavirus-never-seen-anything-like-it-says-one-editor/. Acessado em 15 abr. 2021

[2] RAMÍREZ, Noelia. "Trabalho de madrugada porque não dou conta de tudo em casa", a nova normalidade massacra as mulheres. El País, Brasil, publicado em 28 maio 2020. Disponível em: https://brasil.elpais.com/smoda/2020-05-28/trabalho-de-madrugada-porque-nao-dou-conta-de-tudo-em-casa-a-nova-normalidade-massacra-as-mulheres.html. Acessado em 15 abr. 2021.

[3] Apesar das sutis diferenças semânticas, que não interferem no sentido da defesa, tratamos os trabalhos de reprodução social, trabalhos domésticos, trabalhos de cuidado ou trabalhos da esfera privada como semelhantes, para fins analíticos.

ampla maioria das mulheres brasileiras (IBGE, 2018), as injustiças e os protestos de 2019 e 2020 pelo mundo liderados pelos grupos subjugados da sociedade, incluindo mulheres, e as reverberações do patriarcado no contexto da pandemia do COVID-19, inspiram essa pesquisa como um ato político. Cristiano Moura (2019) mostra que a crise atual está para além da educação em ciências, porque é uma crise que "põe em xeque nossa própria existência como humanidade, não só a partir do risco de um conflito, mas também com as escolhas políticas e ambientais que temos feito enquanto sociedade" (p.19). Nesse sentido, a educação em ciências não pode ser alienada desse contexto histórico-mundial e deve ser uma proposta política para inspirar à revolta frente ao contexto de injustiças.

Considerando essa perspectiva política da educação em ciências e, portanto, da pesquisa em educação em ciências, a crítica e a luta contra o patriarcado tornam-se precisas. Na consequente ebulição do feminismo e dos movimentos sociais no Brasil, entrei em contato com feministas militantes, com a literatura feminista e a área de humanidades. Logo, comecei a questionar os alicerces da ciência em que me formei e lecionava: a Química. Sendo assim, a Química tornou-se apenas um pretexto para estar em sala de aula e seguir a trajetória como pesquisadora na interseção entre história e filosofia da ciência, feminismo e ensino. Ainda assim, para efetivar a docência e a pesquisa como ato políticos, é preciso dar significado para a complexidade da prática de pesquisa. Karl Marx (1982) bem coloca que é importante não somente conhecer e interpretar o mundo, mas também transformá-lo. Evidentemente, hoje é preciso responder às questões que avançaram junto com o capitalismo. Tanto a luta quanto a ciência são situadas em seu contexto histórico, local e temporal e, dessa forma, nos cabe retomar e adaptar a força revolucionária dos anos de Marx para os dias de hoje. A prática da pesquisa, nesse sentido, é fundamental tanto para a crítica quanto para a transformação social.

Em relação ao caráter coletivo no processo de construção da dissertação, a pesquisa foi originada com o apoio do Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura (NIEHCC), um grupo de professores e pesquisadores de ensino das ciências, sediado no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ). Ao iniciar o mestrado acadêmico em Ciência, Tecnologia e Educação no CEFET/RJ, foi oferecida a disciplina Evolução do Pensamento Científico pela professora, orientadora e líder do grupo NIEHCC, Andreia Guerra. Nessa disciplina, as práticas

científicas foram apresentadas como um recurso para discutir as relações entre ciência, sociedade e cultura. Durante as discussões sobre as práticas científicas na disciplina, questões sobre o patriarcado imbricadas nessa tríade também foram levantadas. Dessa forma, o interesse por estudos feministas, história da ciência e ensino desencadearam meu ingresso no NIEHCC.

Em encontros semanais, que durante a pandemia de 2020 transformaram-se em encontros virtuais, o NIEHCC estuda e discute diversos temas relacionados ao ensino das ciências, na busca por uma educação em ciências que contribua para a formação de cidadãos capazes de agir criticamente a favor da justiça e em temas de interesses público. Para isso, as pesquisas do NIEHCC apresentam a História, a Filosofia e a Sociologia das Ciências como eixo condutor, abordando as ciências por uma perspectiva cultural. Além dos esforços para compreender que a ciência é uma construção social e cultural, discutimos sobre os esforços do grupo em revelar os atores invisíveis ou excluídos da sociedade e da ciência[4]. Concomitante aos estudos e discussões da literatura que nos interessa, o NIEHCC tem como prática a apresentação das pesquisas em andamento dos membros do próprio grupo. Dessa forma, todos os membros contribuem com os resultados e o grupo torna-se ator fundamental no desenvolvimento das ideias aqui presentes, o que justifica o caráter coletivo na construção da dissertação.

O NIEHCC foi fundamental na definição dos objetivos da pesquisa que gerou essa dissertação, considerando os esforços do grupo em discutir os atores invisíveis ou excluídos da sociedade e da ciência. Portanto, a pesquisa tem por objetivo geral discutir as invisibilidades das mulheres na ciência e sociedade, por meio da construção histórica da visibilidade de uma personagem feminina na História da Ciência (Marie Curie), com vistas a construir subsídios para um olhar crítico sobre ciência e para ações sociopolíticas – a luta por condições melhores para as mulheres – na educação em ciências. A pesquisa também apresenta objetivos específicos, que são: fazer revisões bibliográficas sobre

[4] Com base em Pimentel (2007), por ciência nos referimos à ciência moderna ocidental, que começa a se desenvolver na Europa do século XVI, em um contexto de transição estrutural do modo de produção feudal para o novo modo de produção capitalista. O nascimento dessa ciência é tido por muitos historiadores como uma Revolução, entretanto, consideramos que ela não rompe com o passado e que, inclusive, se apropriou de conhecimentos científicos já existentes fora da Europa. No desenvolvimento da ciência moderna, a hegemonia da filosofia grega é deslocada e a razão ocidental toma seu lugar central. É nesse momento que começa a consolidação do pensamento baseado em uma racionalidade científica, reforçada por contextos históricos seguintes como o Iluminismo, a Revolução Francesa e Industrial, definindo uma epistemologia na qual a razão e a objetividade se estabeleceram como padrão de verdade.

estudos de gênero, feminismo, educação em ciências, cientistas mulheres na literatura de História da Ciência e sobre Marie Curie. Seguindo tais objetivos, a discussão do caso Marie Curie e da invisibilidade feminina na história da ciência é utilizada para adentrarmos em questões políticas da modernidade sobre mulheres e ciência e sobre os estudos sociais de gênero e ciência[5].

Para a compreensão do objetivo da pesquisa, é necessário esclarecer o que chamamos de invisibilidade e visibilidade. A revisão da literatura de El Jamal e Guerra (2020), discutida no capítulo 2 dessa dissertação, indica que Marie Curie é uma personagem feminina reincidente na literatura da área de educação em ciências. O exemplo da cientista é recorrentemente usado para afirmar a participação de mulheres na ciência, sendo ela destacada como a primeira e única mulher em muitos fatos da história da ciência. Dessa forma, entendemos que Marie Curie é uma mulher "visível" na história da ciência, enquanto a ausência de outras mulheres na história ou na historiografia da ciência nos leva a pensar que existem mulheres "invisíveis". Se tomarmos os resultados de pesquisas de Jager (2018) e Moura, Jager e Guerra (2020), encontramos outras mulheres diferentes de Marie Curie na história da ciência e que não são recorrentemente citadas como exemplos de mulheres que participaram da construção da ciência, o que leva a defender que a participação delas na ciência se enquadra na categoria de invisibilidade.

Dessa forma, chamamos pela categoria de "invisibilidade" na ciência, aquelas pessoas, com foco nas mulheres, sem as condições necessárias para participar das práticas científicas como protagonistas, ou que contribuíram e contribuem para a construção do conhecimento científico sem o devido reconhecimento na História da Ciência. Nosso entendimento sobre fazer ciência é baseado na historiografia da História Cultural da Ciência (HCC) de Pimentel (2010), que revela as práticas científicas como elementos fundamentais que constituem a ciência. Portanto, fazer ciência significa participar de práticas científicas que sustentam a mesma. De forma análoga, chamamos pela categoria de "visibilidade", aquelas mulheres com condições favoráveis de participar como protagonistas das práticas científicas e que obtiveram reconhecimento. Essas últimas são

[5] De acordo com Sandra Harding (1986), os Estudos de Gênero e Ciência começam na década de 60, junto com a crescente dos movimentos sociais, e ganha força na década de 70. Refere-se a uma corrente que visa analisar a ciência a partir do referencial dos estudos feministas e de gênero e dos estudos sociais da ciência. Caracteriza-se por uma multidisciplinaridade, sendo integrada por filosofas, historiadoras, biólogas, antropólogas, etc. E é pautada em um questionamento profundo a respeito da ciência que foi produzida até hoje e na discussão sobre a possibilidade de se fazer uma ciência feminista.

também consideradas como exceções, visto que na História da Ciência temos mais mulheres invisíveis do que visíveis. A discussão sobre a visibilidade de Marie Curie pode revelar, portanto, quais foram as condições necessárias para que a cientista participasse das práticas científicas, assim como nos permite pensar que é a ausência dessas condições que tornam uma ampla maioria das mulheres excluídas historicamente da ciência.

Para responder aos objetivos da pesquisa, dividiremos a dissertação em quatro capítulos. No primeiro capítulo, traremos a fundamentação teórico-metodológica que sustentou a construção e desenvolvimento da pesquisa. No segundo capítulo, apresentaremos uma revisão bibliográfica para analisar como aparece na literatura a participação das mulheres na História da Ciência, comparando com a ocorrência de trabalhos que se referem à participação masculina. No terceiro capítulo, apresentaremos uma narrativa histórica baseada no estudo histórico-cultural das práticas científicas presentes na emersão da radioatividade e na vida de Marie Curie. E no quarto capítulo, discutiremos como a releitura do caso Marie Curie, sob o objetivo tecido, nos serve à educação em ciências pretendida.

1 - Fundamentação teórico-metodológica

Como destacado na introdução, a pesquisa tem o objetivo geral de discutir as invisibilidades das mulheres na ciência e sociedade por meio da visibilidade de uma personagem feminina na História da Ciência (Marie Curie), com resultados que servem à educação em ciências. Pretendemos contribuir para a formação de sujeitos críticos contra os produtos de exclusão da ciência, e para que as alunas sejam incentivadas à ciência de forma não ingênua, ou seja, com os recursos necessários para questionar o patriarcado. A fundamentação teórico-metodológica que orienta essa pesquisa será apresentada nesse capítulo, a partir de seis seções.

Na primeira seção, explicamos os percursos da pesquisa, isto é, o que nos levou ao tema, ao objetivo e como a pesquisa foi realizada. Na segunda seção, fazemos uma revisão bibliográfica sobre autores da educação em ciências que coadunam com nossa perspectiva educacional, ou seja, para uma educação em ciências com viés político. Um dos caminhos apontados para essa educação em ciências é a perspectiva da HCC no ensino, que apresentamos na terceira. Na quarta seção, apresentamos perspectivas feministas que nos ajudaram a construir a intersecção entre a história da ciência, a educação em ciências e o feminismo. Em seguida, considerando que nosso foco é o grupo subjugado mulheres, explicamos nosso entendimento sobre patriarcado, gênero e identidade. A sexta e última seção traça um panorama sobre a exclusão das mulheres na ciência e sociedade, estabelecendo as relações entre patriarcado e a opressão das mulheres[6].

1.1 - Percursos da pesquisa

[6] A "opressão" é entendida por Heleieth Saffioti (2015) como a união da dominação-exploração das mulheres e como consequência da violência contra a mulher. Por Saffioti (2015), violência é a ruptura de qualquer forma de integridade da vítima, seja sua integridade física, psíquica, sexual ou moral e podem ser de diversos tipos: violência de gênero, violência doméstica e intrafamiliar. Essas violências possuem uma associação clara entre o trabalho de reprodução social e desemprego.

O tema do presente trabalho surgiu a partir da leitura do livro de Gabriel Pugliese (2012) sobre o caso Marie Curie, do conhecimento da História Cultural da Ciência nas aulas do mestrado e do desejo de aliar a pesquisa à uma visão de mundo feminista.

Longe de uma narrativa triunfalista sobre Marie Curie, Pugliese (2012; 2009) tem o objetivo de descrever como a cientista se tornou uma lenda na História da Ciência, trazendo reflexões sobre as relações de poder em que sempre estiveram as mulheres inseridas na prática científica. Concomitante à leitura dessa obra, foi realizada uma breve pesquisa sobre como aparece na literatura da área de ensino de química a participação feminina na ciência e na química. O resultado dessa pesquisa apontou que poucas mulheres são apresentadas e que, dentre as poucas mulheres, há a reincidência da personagem Marie Curie. Essa reincidência de Marie Curie e a ausência de outras mulheres foi interpretada por nós como a revelação da visibilidade de Marie Curie em detrimento de tantas outras mulheres que ficaram invisíveis na História da Ciência. E, sendo praticamente a única mulher reconhecida na literatura, o exemplo de Marie Curie foi interpretado como um exemplo excepcional (no sentido de exceção), um caso de exceção de mulher na ciência.

Com base na leitura de Pugliese (2012) e nas interpretações oriundas da revisão bibliográfica, decidimos trabalhar com o caso Marie Curie, procurando compreender o que levou Marie Curie à visibilidade e o que leva outras mulheres à invisibilidade. Isto é, decidimos explorar um caso que acreditamos que nos ajudaria compreender quais condições permitiram aquela cientista tornar-se visível na Ciência e quais as condições necessárias para que as mulheres possam participar das práticas científicas e fazer Ciência.

Chegamos, assim, à delimitação do objeto de pesquisa com uma fundamentação teórico-metodológica que já tinha como foco trazer revisões bibliográficas sobre a visão feminista, a lente historiográfica da HCC e a necessidade de levar as questões sobre as mulheres na ciência e sociedade à educação em ciências. Entretanto, ela não foi elaborada antes da decisão do tema e do objetivo da pesquisa, mas sim, concomitantemente. Ou seja, ao mesmo tempo que a fundamentação sofreu modificações com o desenvolvimento da pesquisa, é ela que nos ajudou a ler os dados da pesquisa. Isso significa que a

fundamentação teórico-metodológica percorre a pesquisa o tempo todo, porque é feita concomitantemente aos demais capítulos.

Os estudos sobre Marie Curie, então, foram acompanhados, concomitantemente, de outros estudos, como os oriundos dos *science studies*, de estudos feministas e da área da educação em ciências. Também foram complementares outros estudos voltados à Natureza da Ciência (NdC), Ensino de Ciências, História da Ciência e ao Feminismo na construção da dissertação. Dessa forma, é desenvolvida uma fundamentação teórico-metodológica baseada em estudos sobre a ciência e estudos feministas, como os de Sandra Harding (2015; 1986), Donna Haraway (1995), Evelyn Fox Keller (1985), Londa Schiebinger (2001), Guacira Louro (1997), Judith Butler (2003), Silvia Federici (2019) e Heleieth Saffioti (1976; 2015), em referenciais sobre identidade cultural na educação em ciências, como os de Lucy Avraamidou (2019), Nancy Brickhouse (*et al* 2000; 1994), Maria Varelas *et al* (2019) e Heidi Carlone *et al* (2015), e na lente historiográfica da História Cultural da Ciência (HCC) de Juan Pimentel (2010) e de Cristiano Moura e Andreia Guerra (2016).

É importante ainda destacar que as perspectivas feministas das autoras apresentadas (LOURO, 1997; HARDING, 2015; 1986; HARAWAY, 1995; FEDERICI, 2019; KELLER, 1985; SAFFIOTI, 1976; 2015; BUTLER, 2003) apesar de não serem equivalentes, elas se complementam. Destacamos que o ponto em comum entre as perspectivas das autoras é que elas seguem ideologias opostas ao feminismo liberal[7] que, por reforçar análises individuais e visões meritocráticas, é percebido como algo que promove uma perda da crítica a respeito da questão das mulheres na sociedade e, especificamente, na ciência. As perspectivas assumidas não estão preocupadas em exaltar poucas e excepcionais mulheres ou em considerar o esforço, mas sim, em tratar das restrições que tornam a liberdade impossível para uma ampla maioria das mulheres na ciência.

No capítulo 2, são apresentados os resultados e as discussões da revisão na literatura sobre a participação feminina de mulheres na ciência e na química, que foi

[7] O liberalismo é a ideologia intrínseca ao capitalismo, baseada na defesa da liberdade individual e que vende um ideal de vida (ARRUZA; BHATTACHARYA; FRASER, 2019). Sob a ideologia do liberalismo, a garantia desse ideal de vida se dá através de esforços individuais, assim como a meritocracia. Entretanto, defendemos que não há esforço individual que compense a falta de condições favoráveis para a verdadeira emancipação da maioria das mulheres.

publicado na Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM), no ano de 2020. A escolha da fundamentação teórico-metodológica, apresentada neste primeiro capítulo, ajudou a olhar para os dados da revisão. Para isso, realiza-se a revisão bibliográfica no período entre o ano 2010 e 2019 das Revistas Química Nova, Química Nova na Escola, Revista Debates em Ensino de Química, Educação Química en Punto de Vista, Revista Brasileira de Ensino de Química e Educación Química no sentido de identificar e analisar a ocorrência de trabalhos com a temática história da ciência/química e participação feminina na ciência. Como critérios para a seleção das publicações a serem analisadas no âmbito deste estudo, buscam-se os títulos e palavras-chave contendo os termos: História da Química, História da Ciência, Aspectos Históricos, Mulher, Feminino(a), Ciência, Gênero, ou o nome de um(a) cientista em específico. Depois da seleção, as publicações são categorizadas a partir das semelhanças entre os temas, títulos e narrativas, conforme critérios apontados por Robert Bogdan e Sari Biklen (1994) que afirmam que algumas das categorias de codificação surgem à medida que se recolhe os dados. Três categorias de codificação foram criadas: na categoria A, enquadram-se artigos que trazem a história e/ou um excerto biográfico de um ou uma cientista; na categoria B, os artigos que apresentam a construção de determinado conhecimento científico através da História da Ciência com participação exclusivamente masculina ou que citam a participação feminina; e na categoria C, artigos que discutem a participação feminina na ciência. Apesar de alguns trabalhos poderem ser classificados em mais de uma categoria, os resultados são apresentados de modo excludente para facilitar a análise.

No capítulo 3, é apresentada a narrativa histórica. Para essa narrativa, realizamos uma revisão na literatura sobre o episódio histórico da radioatividade e sobre a vida de Marie Curie, utilizando diversas fontes secundárias (biografias ou excertos biográficos da cientista) e fontes primárias (Conferências do prêmio Nobel). Muitas obras servem como base para o estudo do caso Marie Curie, em especial, a tese e o livro do antropólogo Gabriel Pugliese (2009; 2012) e as biografias da cientista feita por sua filha Eve Curie (1944) e por Susan Quinn (1997).

Ao longo da narrativa histórica, além de apresentar aspectos biográficos de Marie Curie e da radioatividade, também é feita uma pesquisa sobre o contexto social e cultural em que se insere a trajetória da cientista (PIMENTEL, 2010), com a motivação de encontrar relações entre a institucionalização de Marie Curie como cientista e a

institucionalização da Educação feminina na França. As histórias sobre a emergência das Universidades na França, sobre a educação feminina e a entrada das mulheres no ensino superior e o movimento das mulheres na França do século XIX, contexto em que Marie Curie ingressava na Sorbonne, constituem a narrativa histórica. Como base para essa pesquisa, estão os trabalhos dos autores George Weisz (1983), Françoise Mayeur (2007), Emmanuelle Picard (2010), Natalia Sigrist (2009), Pierre Moulinier (2002) e Michelle Perrot (1995; 2006).

No capítulo 4, a partir de análises sobre o caso Marie Curie, é possível discutir sobre o uso do exemplo Marie Curie no ensino de ciências. Os referenciais da fundamentação teórica, sobre identidade cultural principalmente, são retomados para defender maneiras profícuas de se utilizar a figura Marie Curie para a educação em ciências.

1.2 - Educação em ciências como um ato político: motivos e caminhos para ensinar ciência

A partir de nosso entendimento de ciência enquanto construção social e cultural, discutimos pressupostos para uma educação em ciências sociocultural com viés político, na qual os alunos e alunas sejam capazes de estabelecer relações entre a opressão de grupos subjugados, especificamente as mulheres, e a ciência. Isto é, compreendendo a coprodução de ciência e sociedade, é possível ter um olhar crítico sobre a ciência e posicionar a educação em ciências para esse olhar. Fazemos uma breve revisão na literatura de diferentes perspectivas sobre o tema.

Sandra Harding (2015) destaca que na última década os estudos sociais da ciência e da tecnologia apontam que a ciência é um conhecimento social, isto é, que as ciências e as suas sociedades se coproduzem. A tese de coprodução revela, na impossibilidade de dissociar ciência e sociedade, uma retroalimentação: uma sociedade racista desenvolverá projetos científicos racistas, que por sua vez apoiam ainda mais políticas e práticas sociais racistas, e assim por diante (HARDING, 2015). Do mesmo modo, uma sociedade

patriarcal, associada a uma cultura machista para sua própria manutenção, tem como produtos práticas e políticas que subjugam as mulheres.

No que diz respeito aos objetivos da educação em ciências, muitos autores defendem que o ensino das ciências deve promover formação cidadã no sentido de potencializar os estudantes a agirem e tomarem decisões em relação à ciência que promovam o bem público (RUDOLPH; HORIBE, 2016; HODSON, 2010; MOURA; GUERRA, 2016; MOURA; CAMEL; GUERRA, 2020). Esses autores defendem que deve existir um consenso da área de ensino de ciências, direcionado para a formação cidadã que signifique a preparação dos jovens para lidar com questões sociais relacionadas à ciência na tomada de decisão a respeito de temas de interesse público, destinados a promover o bem comum, em vez de decisões pautadas em interesses pessoais e no conflito de interesses. Entretanto, de acordo com Moura (2019), para cumprir a demanda dessa formação cidadã, algo precisa mudar no ensino de ciências e, também, na pesquisa em educação em ciências. Nesse sentido, entendemos que tanto a pesquisa quanto o ensino das ciências precisam estar conectados com questões políticas da modernidade como, por exemplo, as questões relativas às mulheres na ciência.

A tese de coprodução de Harding (2015) aponta que não é possível discutir a questão das mulheres na ciência, no que diz respeito à participação feminina na ciência, sem discutir as questões das mulheres na sociedade, no que diz respeito à estrutura do patriarcado. Sendo assim, discutir ciência também é discutir sobre o patriarcado. Analogamente, não é possível problematizar a questão das mulheres sem discutir sobre a própria ciência. De todo modo, compreender a ciência como uma construção social e cultural é fundamental para essas discussões.

Alguns autores procuram compreender a ciência através de listas consensuais, que definem características para a ciência e não deixam claro a tese de coprodução entre ciência e sociedade. Esses autores (McCOMAS, 1998; 2008; OSBORNE *et al*, 2003; LEDERMAN *et al*, 2002; ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000) elaboram listas de pontos definidores da prática científica, que consideram consensuais, para explicar o que é a ciência. As listas contêm, assim, aspectos da Natureza da Ciência (NdC) em que há concordância entre filósofos, sociólogos, historiadores da ciência e educadores do mundo.

Já outros autores (MOURA; CAMEL; GUERRA, 2020; MOURA, 2019; HODSON; WONG, 2017; ALSOP; GARDNER, 2017) criticam tais listas consensuais

de Natureza da Ciência (NdC), defendendo substituir um currículo de ciências enrijecido a favor de uma educação em ciências mais politizada. De acordo com Moura, Camel e Guerra (2020), os consensos e modelos de NdC, que ainda são muito utilizados na literatura e na ciência escolar, possuem tendências normatizantes. Tais tendências dificultam o debate sobre o caráter social e cultural da ciência em sala de aula, expulsam a diferença do currículo, estreitam a produção curricular local das escolas ou lugares onde são implementados e não contribuem para a formação cidadã que esperamos (MOURA; CAMEL; GUERRA, 2020).

Hagop Yacoubian (2015; 2020) também se posiciona no debate contra as listas consensuais de NdC. A partir de uma revisão bibliográfica dos autores que discutem NdC no ensino de ciências, ele critica os estudos que propõem as listas consensuais pela falta de aplicabilidade delas: "esses estudos não forneceram explicações sobre como os alunos podem aplicar seus entendimentos da NdC visando vários outros fins educacionais" (YACOUBIAN, 2015, p. 250)[8]. Para o autor, mais interessante que expor consensos sobre a ciência aos estudantes, seria fazê-los pensar criticamente sobre a ciência, para que eles cheguem a reflexões que os ajudem a tomar decisões futuras enquanto sujeitos políticos.

Em acordo com esses autores, defendemos que a compreensão adequada de ciência não pode ser garantida a partir da exposição aos estudantes de uma lista consensual que descreve como a ciência é. Ao invés da memorização de consensos, os estudantes devem desenvolver um pensamento crítico sobre a ciência, considerando que a forma como o professor orienta os estudantes e os objetivos que ele pretende alcançar não são neutros. Além disso, se o objetivo é formar cidadãos críticos e que orientem suas ações para o bem público, entendendo o bem público como um estado ausente dos sistemas de opressão - mais especificamente aqui da opressão das mulheres, no sistema patriarcal - é necessário que esse objetivo esteja claro não só para o professor, como também para o estudante. Nesse sentido, concordamos que a educação em ciências deve servir para os alunos e alunas desenvolverem virtudes necessárias para moldar sua vida pessoal e política e que para isso devemos trabalhar em sala de aula as relações de poder que permeiam a ciência moderna.

[8] No original: "These studies did not provide explanations in how learners can apply their NOS understandings toward various other educational ends."

Outros autores também deixam claro a preocupação com uma educação em ciências voltada à formação cidadã. Derek Hodson (2010), além de destacar a importância de a educação preparar futuros cidadãos a participar da tomada de decisões sociopolíticas, aponta que a educação deve formar cidadãos críticos para a ação sociopolítica. O autor defende a necessidade de desenvolver currículos de ciência que estejam voltados à formação de sujeitos que não se acomodem a fazer uma "crítica de poltrona"[9], mas que se engajem em ativismos (HODSON, 2010, p.204). As aulas de ciências devem, então, estar além do conhecimento conceitual, indo em direção a um conhecimento social e político (MOURA, 2019).

Steve Alsop e Sam Gardner (2017) contam sobre os movimentos a favor da inserção da NdC no ensino e como foram bem-sucedidos. Eles afirmam que esse sucesso se deve a uma NdC baseada na caracterização da ciência, nos consensos e na intenção de descrever a "ciência como ela é". Entretanto, os autores apontam que isso pouco tem valor para a educação em ciências e sugerem que a NdC no currículo deve estar distintamente posicionada para desafiar o neoliberalismo e o positivismo. Eles incluem as críticas de movimentos sociais ativistas, incluindo as perspectivas feministas tomadas no presente trabalho, como necessárias para desafiar as noções comuns sobre ciência e favorecer uma visão crítica da ciência, epistemológica e politicamente.

Essas considerações levam-nos a defender que, para construirmos uma educação em ciências e a formação cidadã críticas, é preciso trabalharmos a ciência como um coproduto da sociedade que, portanto, reflete o momento histórico, social e político de sua produção (HARDING, 2015). Dessa forma, podemos ter um olhar crítico sobre a ciência, compreendendo-a enquanto área do conhecimento complexa, indissociável de sua sociedade e ideologicamente não neutra. E podemos chamar atenção para o patriarcado presente nessa coprodução da ciência.

Em linhas gerais, a formação cidadã que se espera dos estudantes é a que construa possibilidades para que eles tenham recursos para decidirem e agirem criticamente a respeito de políticas e práticas sociais opressivas e que se posicionem contra produtos patriarcais da sociedade/ciência. Nesse sentido, entendemos que a educação em ciências precisa seguir um viés mais politizado (MOURA; CAMEL; GUERRA, 2020; MOURA, 2019; HODSON, 2010) e estar conectada com questões políticas da modernidade, como

[9] No original: "armchair critics".

as questões relativas à participação das mulheres na ciência e sociedade. Ao levar essas questões para a educação em ciências, pretendemos que os estudantes possam entender como os diversos discursos e ideologias são construídos a partir de valores muito associados à ciência (MOURA, 2019). Defendemos, então, ser fundamental que os estudantes entendam que os discursos estruturalmente patriarcais na sociedade estão a ela associados, e que esses discursos estão relacionados, consequentemente, à sub-representação, exclusão e opressão das mulheres na sociedade.

1.3 - História Cultural da Ciência e a educação em ciências

A seção anterior defende, em linhas gerais, uma educação em ciências mais politizada, conectada com as questões políticas da modernidade, formando sujeitos críticos em relação à ciência, ao patriarcado e engajados em ações sociopolíticas. Com base em pesquisas anteriores desenvolvidas no NIEHCC (MOURA; JAGER; GUERRA, 2020; JAGER; GUERRA, 2018; MOURA; GUERRA, 2016), a lente teórica da HCC, presente em Pimentel (2010), é um caminho utilizado no ensino para a discussão das práticas científicas e das relações entre ciência, sociedade e cultura, que, por sua vez, nos permitem falar de mulheres na ciência e sociedade patriarcal.

Para melhor compreendermos como a HCC subsidia essa pesquisa, é importante destacar que a história da ciência moderna elaborada entre 1920 e 1970, chamada grande tradição, era um formato historiográfico característico de grandes narrativas centrada em heróis do pensamento e suas ideias, uma história feita de descobertas e teorias (PIMENTEL, 2010). É a partir da década de 1980 que novas propostas de compreensão da história da ciência com caráter mais sociológico surgiram. Nesse contexto, a ciência passa a ser analisada como uma atividade sujeita a contingências sociais e materiais (PIMENTEL, 2010). Surge então a HCC, em oposição à grande tradição que priorizava o estudo de como as grandes ideias científicas foram elaboradas.

A HCC, derivada da Nova História Cultural, deixa de ser uma história exclusivamente textual, biográfica, que foca no cientista individual e em sua teoria, para se tornar a história de como os experimentos foram realizados e como foram replicados

em outro espaço ou tempo (PIMENTEL, 2010). Essa historiografia, portanto, se dedica ao estudo das condições contextuais e locais na história do desenvolvimento da ciência, mais especificamente, ao estudo das práticas científicas. Além disso, para a construção da narrativa histórica, a HCC utiliza fontes e objetos de pesquisa pouco convencionais na historiografia da história da ciência moderna que a precede.

As fontes primárias com as quais trabalha a HCC são variadas: artigos científicos, matérias de jornais, cartas, diários, relatórios de expedições científicas, imagens científicas, documentos de instituições científicas e etc. A partir dessas diversas fontes, o historiador cultural da ciência estuda as práticas científicas. As práticas são aqui entendidas como uma teia de ideias, negociações e relações sociais que constituem a ciência. Elas são os caminhos que sustentam a atividade científica. Práticas experimentais, práticas médicas, práticas de observação, práticas de divulgação, práticas de migração, todas servem para estudarmos o comportamento dos cientistas, o contexto e as formas de produção de conhecimento (PIMENTEL, 2010). Essas práticas não são estáticas, isto é, em cada caso de estudo histórico podem ser encontradas novas e diferentes práticas científicas. Do mesmo modo, as práticas não podem ser hermeticamente dissociadas, visto que apresentam relações entre si.

Analisando as práticas científicas, que sustentam o que entendemos por fazer ciência, damos ênfase às formas de produção e comunicação do conhecimento, aos seus meios de representação e ao seu contexto social e cultural da ciência. Nas palavras de Pimentel (2010): "se por ciência entendemos o conhecimento da natureza, a expressão história cultural da ciência nos lembraria o quanto há de artificial ou humano nesse conhecimento da natureza" (p.418)[10]. De acordo com o autor, todo fato científico, toda teoria ou toda prática relacionada ao conhecimento da natureza é um fato cultural e social. Assim como toda história, também é cultural.

Como a história da ciência, assim como qualquer outra história, é cultural e social, ela engloba temas recorrentes dentro dos estudos culturais e sociais (PIMENTEL, 2010). Chamamos essa abordagem historiográfica de HCC justamente para tornar explícita a opção de analisar as práticas científicas e os temas que se misturam, como temas de gênero, corpo e sexualidade, raça e etnia, história e memória, cultura visual, entre outros

[10] No original: "Mientras que por ciencia entendemos el conocimiento de la naturaleza, la expresión historia cultural de la ciencia vendría a recordar cuánto de artificial o de humano hay en este conocimiento de la naturaliza."

(PIMENTEL, 2010). Sendo assim, a HCC permite compreender o quanto questões aparentemente científicas são também questões políticas, sociais e culturais.

Cristiano Moura e Andreia Guerra (2016) investigam sobre quais abordagens históricas geram discussões profícuas, para o ensino de ciências, sobre modos de produção da ciência e chegam na HCC. Isto porque reconhecem que essa linha historiográfica se compromete em evidenciar a ciência como construção cultural. Em detrimento das listas consensuais de NdC, que procuram classificar e categorizar a ciência de forma limitada, conforme mencionamos na seção 1.2, a discussão sobre a ciência com base na HCC é capaz de propor entendimentos críticos sobre ciência. Esses entendimentos vão ao encontro de um currículo menos enrijecido e mais politizado como proposto em Moura, Camel e Guerra (2020).

Considerando que ciência é cultura, essa linha historiográfica permite a discussão de diversas questões, inclusive a participação das mulheres no desenvolvimento da ciência. Ademais, a historiografia da HCC ajuda a perceber que ciência e sociedade se coproduzem e, portanto, as questões de gênero extrapolam a ciência (MOURA; GUERRA, 2016; JAGER; GUERRA, 2018). A HCC analisa o conjunto de práticas científicas que está imerso em relações socioinstitucionais, ou seja, ela é responsável por uma narrativa de práticas cotidianas de uma determinada sociedade, cultura e época que não tem como protagonista o cientista ou a sua teoria em si.

> As práticas incluem, mas não se reduzem às performances, isto é, aos atos concretos ou de pensamento que constituem o dia-a-dia do cientista, como medições, análise de dados, etc. Há uma série de outras ações que fazem parte da ciência, mas não apenas dela e sim de outras atividades laborais, como ler, escrever, falar e debater com pares, construir relações sociais, elaborar argumentos e contra-argumentos para proposições científicas suas e de outrem. (MOURA; GUERRA, 2016, p.735)

Entendemos que a HCC é uma ferramenta potente para a análise do patriarcado no campo da Ciência em cada época, cultura e local (MOURA; GUERRA, 2016). Isto porque sob a perspectiva da HCC entende-se melhor que a ciência é construída sob uma estrutura patriarcal, o que também se revela em uma epistemologia que carrega em si uma visão contaminada de gênero há décadas e a invisibilidade feminina no campo (NYHART, 2016).

Defendemos que o estudo das práticas científicas à luz da HCC, conjugado aos estudos feministas, é capaz de reescrever episódios da história da ciência, evidenciando as condições necessárias para que as mulheres participem da ciência. Esses estudos são,

portanto, recursos para levar a questão das mulheres na ciência para a educação em ciências, estendendo-se ao entendimento da ciência como um coproduto de uma sociedade patriarcal (HARDING, 2015; MOURA; GUERRA, 2016). Para uma educação crítica, o ensino de ciências deve apresentar os desafios impostos às mulheres na ciência e no patriarcado. Esses desafios são evidenciadas quando situamos a ciência como um coproduto da sociedade, onde os fatores políticos, sociais, culturais e econômicos podem alinhar-se na exclusão e opressão das mulheres (HARDING, 2015).

A historiografia da HCC é uma escolha política, no sentido de que essa abordagem historiográfica se descompromete com narrativas triunfalistas e não centraliza o(a) cientista em si, mas propõe analisar seu entorno, as práticas científicas durante a emersão de um tema científico. No terceiro capítulo, retornaremos a discussão da HCC por meio da construção de uma narrativa histórica sobre a Marie Curie que, aliada às perspectivas feministas, apresentará resultados do estudo histórico das práticas científicas estabelecidas durante a emersão da radioatividade na vida da cientista. Com isso discutiremos algumas condições que levaram aquela mulher ao reconhecimento, ou seja, à visibilidade como cientista numa sociedade patriarcal.

1.4 – Perspectivas feministas e Feminismo

Essa pesquisa se constrói na interseção entre a história da ciência, a educação em ciências e o feminismo. Dado isso, é importante situar a que feminismo nos referimos. Não desejamos fazer uma distinção literal de feminismo e nem nos posicionar de maneira fixa em uma perspectiva. Ou seja, consideramos que o trabalho está pautado sob perspectivas feministas diferentes na medida em que se faz referência a diferentes autoras ao longo do texto e que suas teses se complementam.

O campo de estudos de gênero e ciência tem seu marco no início dos anos 70. Segue daí duas grandes linhas do campo, conforme Maria Citelli (2001): a linha “mulher e ciência” que trata de dar visibilidade à participação, contribuição e status das mulheres na ciência; e a linha “gênero e ciência” que trata as implicações de gênero para e na produção da ciência. De acordo com a autora, há três dimensões envolvidas em ambas as

grandes linhas do campo de estudo gênero e ciência. Uma se relaciona à produção do conhecimento e seus atores, considerando a exclusão histórica das mulheres. A segunda refere-se ao androcentrismo presente nos pressupostos e produtos da ciência. E a terceira aborda como a ciência respalda as hierarquias de gênero na sociedade, por exemplo, ao considerar que as mulheres possuem uma diferença cognitiva em relação aos homens. Ainda nessas dimensões dos estudos de gênero e ciência, Harding (1986) aponta três posicionamentos feministas diferentes: feminismo perspectivista/*standpoint*, feminismo pós-moderno e feminismo empirista.

O feminismo perspectivista/*standpoint* defende um saber fundamentado no ponto de vista das mulheres e tem uma inspiração na epistemologia marxista. Assim, defende que não existe um conhecimento neutro, nem um conhecimento absolutamente objetivo e que todo conhecimento de constrói a partir de um posicionamento social (histórico, cultural) específico, refletindo não a verdade, mas o que se pode apreender da perspectiva que se tem desses diferentes ângulos. Esse posicionamento também defende que a visão de grupos dominantes é sempre perversa e parcial e que, por outro lado, a visão dos dominados é fruto de uma luta política e epistêmica para criar alternativas além da visão imposta hegemônica e dominante. Entende-se, então, que as desigualdades de gênero operam no sentido de produzir experiências qualitativamente diferentes para homens e mulheres e, consequentemente, os posicionam ambos em ângulos de visão diferentes (HARDING, 1986). Daí a inclusão de mais mulheres na ciência, com experiências e ângulos de visão diferentes dos homens – não androcêntricos – é capaz de promover uma ciência alternativa, uma ciência feminista e romper com o ciclo da opressão.

O feminismo pós-moderno, de acordo com Harding (1986), defende que não podemos categorizar as mulheres, a experiência e os pontos de vista. Isto porque qualquer categorização cria uma estrutura, tornando-se fundamentalista. Nesse sentido, a perspectiva pós-moderna traça críticas ao feminismo perspectivista/*standpoint* porque nesse último a noção de experiência não é problematizada e aparece como algo dado (HARDING, 1986). Além disso, entende-se que ele se apoia no essencialismo ao postular uma experiência universalista feminina e desconsiderar as múltiplas experiências possíveis.

O feminismo empirista denuncia o androcentrismo que considera existir apenas em "má ciência". Essa perspectiva sofre as críticas de ambas as demais perspectivas

feministas, por ser ingênua e parecer considerar a ciência dissociável da sociedade. Haraway (1995), em resposta ao feminismo empirista, destaca que todos os conhecimentos são parciais. Além disso, a autora reexamina a metáfora da visão, afirmando que não existe uma visão inocente e, nesse sentido, defende uma visão calcada na objetividade feminista. A objetividade, segundo Haraway (1995), é uma conquista instrumentada por aparatos teórico-metodológicos nos quais podemos mover nosso ponto de visão para nos posicionarmos no ângulo dos mais oprimidos.

Tanto Haraway (1995) quanto Harding (1986; 2015) não se enquadram de maneira fixa sobre nenhum dos três posicionamentos, apesar estarem mais próximas aos dois primeiros. Harding (1986) vai ao encontro de Haraway (1995) ao mobilizar o conceito de epistemologia do ponto de vista, ou seja, a tese de que o modo como vemos as coisas depende de nossa posição social. A partir dessa perspectiva, a autora argumenta que uma maior diversidade dos atores sociais que produzem ciência poderia tornar a ciência mais forte. As perspectivas de grupos sociais diversos, excluídos e marginalizados da ciência, como a das mulheres, das classes trabalhadoras e dos negros, estão faltando. E as consequências dessas faltas são claras quando se considera as produções científicas, políticas e sociais como sexistas, classistas e racistas. Harding (1986; 2015) aponta que a diversidade não cura todos os males epistêmicos e sociais, mas considera que uma comunidade diversa tem mais probabilidade de criticar, detectar e transformar os males sociais.

Além das perspectivas feministas no campo de estudos de gênero e ciência, podemos discutir sobre a origem do feminismo enquanto movimento social. A origem do feminismo não é bem delimitada, mas é comumente reconhecida em dois momentos: a "primeira onda" na segunda metade do século XIX e a "segunda onda" na segunda metade do século XX, mais precisamente com os movimentos sociais da década de 60 (LOURO, 1997). No que diz respeito ao surgimento do feminismo, Marinês Cordeiro (2020) aponta que o feminismo como movimento social, político e acadêmico pode ser, no contexto ocidental, associado historicamente à Primavera dos Povos em 1848. A partir daí, formaram-se grupos de mulheres que editavam periódicos, escreviam artigos, demandavam direitos ao sufrágio, à propriedade, à herança e ao divórcio. Esses grupos de mulheres e reivindicações começaram a crescer junto a outros movimentos populares da época, segundo Cordeiro (2020).

Alguns teóricos quando se referem ao feminismo como um movimento social organizado remetem à "primeira onda" no Ocidente, mais especificamente ao sufragismo, movimento que se origina na França e se estende pela Europa como um movimento social, político e econômico de reforma, com o objetivo de estender o sufrágio às mulheres (LOURO, 1997). Cordeiro (2020) aponta que, embora muitos relacionem esse primeiro levante exclusivamente com o sufragismo, mulheres negras demandavam o fim da escravidão e o direito a conviverem com seus familiares. Fora isso, mulheres operárias lutavam por salários equiparados aos dos homens, por condições melhores de trabalho e, também, combatiam a exploração e o trabalho infantil (CORDEIRO, 2020). Esses movimentos foram fundamentais para a causa das mulheres no século XIX[11].

No início do século XX, a violência doméstica e a dependência financeira das mulheres se constituíram como novas reivindicações femininas no Ocidente, emergindo com outros movimentos sociais a partir da década de 1960. Assim, a partir de 1960 se inicia a segunda onda feminista, que evidência o patriarcado como um sistema político, amparado por instituições sociais para sua manutenção. Mais do que antes, a segunda onda denuncia que a relação entre homens e mulheres é política – a política sexual (CORDEIRO, 2020).

Harding (1986) e Louro (1997) discutem em seus trabalhos a relação entre o movimento feminista reconhecido como a "segunda onda" e a ciência. É nos anos 60 e 70 que começaram a surgir os movimentos sociais feministas, antirracistas, anticlasse, queer e inclusivos desenvolvendo teorias sobre a pluralidade das ciências ao redor do globo e propostas para o avanço das ciências com objetivos diferentes da ciência moderna ocidental (hegemônica) e de sua filosofia. Esses movimentos surgem nessa época porque foi durante a década de 60, no pós Segunda Guerra e meados da Guerra Fria, que a ciência evidenciou seu caráter de projeto capitalista associado às demandas opressivas da cultura dominante (HARDING, 2015). Nesse cenário, apelos pelos direitos das minorias, pela autonomia das culturas e pelo desafio ao autoritarismo surgiram em praticamente todas as instituições no Ocidente e ao redor do globo, tendo se intensificado nas últimas décadas. Na "segunda onda", o feminismo, além das preocupações sociais e políticas, se volta para as construções teóricas e estabelece uma nova prática de pesquisa sobre as mulheres e questões de gênero (LOURO, 1997).

[11] Mesmo contexto em que se insere o caso Marie Curie.

Não houve uma grande ruptura entre a primeira e a segunda onda do feminismo. E, na verdade, a segunda onda trouxe consigo os princípios da primeira. No Brasil, Saffioti (1976) considera que apesar de muitas mulheres operárias e abolicionistas estarem envolvidas nas lutas feministas, muitos dos objetivos dos movimentos feministas da primeira onda, especificamente os objetivos do sufragismo, estavam sem dúvida ligados majoritariamente ao interesse das mulheres brancas de classe média. Esses mesmos objetivos perduraram da primeira à segunda onda do feminismo e, segundo Saffioti (1976), o alcance das metas de mulheres brancas de classe média foi seguido de uma certa acomodação no movimento.

Examinando a primeira metade do século XX, Saffioti (1976) é enfática na crítica ao feminismo brasileiro. Para a autora, as lutas das mulheres por direitos políticos, como o direito ao voto, e por melhores condições de trabalho, assim como eram as lutas durante o sufragismo, foram vistas como questões pequeno-burguesas, que respondiam aos interesses do capitalismo. Saffioti (1976) entendia que tais medidas e objetivos, que visavam melhoria nas condições de trabalho da mulher, não atendia ao grupo de mulheres como um todo. Não eram medidas sem importância, obviamente, mas eram paliativas porque não tomava em consideração as condições estruturais que oprimiam a maioria das mulheres brasileiras. Para a autora, o feminismo comprometido com a libertação das mulheres deveria levar em consideração uma questão mais fundamental: a maternidade.

Como aponta Cordeiro (2020), a segunda onda do feminismo evidencia o patriarcado como uma estrutura política e, consequentemente, a política sexual como uma expressão dessa estrutura. A política sexual significa diferenças nas condições entre homens e mulheres, como a diferença dos papéis sociais e a divisão do trabalho. Nesse contexto, Saffioti (1976) indignava-se com a divisão sexual do trabalho, que responsabilizava as mulheres pelo trabalho de reprodução social. Isto é, as mulheres criam e cuidam da casa, dos filhos e da família, sem nenhuma assistência (como a licença maternidade), reconhecimento (como a valorização do trabalho doméstico) ou remuneração. É com um pano de fundo marxista que Saffioti (1976) trata da responsabilidade da mulher pelo trabalho de reprodução, doméstico e de cuidados na esfera privada e culpa o capitalismo em relação à condição da mulher no Brasil, na passagem do século XIX para o XX. Além de Saffioti (1976), outras autoras (FEDERICI, 2019; ARRUZA; BHATTACHARYA; FRASER, 2019; GOLDMAN, 2014) revelam que

o trabalho de reprodução social e os trabalhos domésticos são a base que sustentam o capitalismo enquanto aprisionam as mulheres.

Louro (1997) também se refere ao trabalho de reprodução e doméstico como trabalhos da esfera privada atribuídos às mulheres. A autora relaciona essa atribuição à invisibilidade feminina em outras esferas, como nas ciências.

> A segregação social e política a que as mulheres foram historicamente conduzidas tivera como consequência a sua ampla invisibilidade como sujeito — inclusive como sujeito da Ciência. É preciso notar que essa invisibilidade, produzida a partir de múltiplos discursos que caracterizaram a esfera do privado, o mundo doméstico, como o "verdadeiro" universo da mulher, já vinha sendo gradativamente rompida, por algumas mulheres. Sem dúvida, desde há muito tempo, as mulheres das classes trabalhadoras e camponesas exerciam atividades fora do lar, nas fábricas, nas oficinas e nas lavouras. Gradativamente, essas e outras mulheres passaram a ocupar também escritórios, lojas, escolas e hospitais. Suas atividades, no entanto, eram quase sempre (como são ainda hoje, em boa parte) rigidamente controladas e dirigidas por homens e geralmente representadas como secundárias, "de apoio", de assessoria ou auxílio, muitas vezes ligadas à assistência, ao cuidado ou à educação. As características dessas ocupações, bem como a ocultação do rotineiro trabalho doméstico, passavam agora a ser observadas. Mais ainda, as estudiosas feministas iriam também demonstrar e denunciar a ausência feminina nas ciências, nas letras, nas artes. (LOURO, 1997, p.17)

A maioria das mulheres permaneceu e permanece em situação de invisibilidade como sujeito na ciência e sociedade, por uma condição histórica e estrutural que as mantém excluídas de outras esferas além da privada. Louro (1997, p.17) também realça uma questão relevante sobre mulheres terem sido “rigidamente controladas e dirigidas por homens e geralmente representadas como secundárias, "de apoio", de assessoria ou auxílio” que pode ser transposta à ciência. Na ciência são inúmeros os exemplos em que mulheres participaram de práticas científicas junto aos seus maridos e apenas os homens foram reconhecidos (HARGITTAI, 2015; KELLER, 1985). O próprio trabalho de cuidado em casa, que faziam as esposas dos cientistas, é historicamente invisível e marginalizado.

À luz de Flávia Biroli (2018), é importante esclarecer que a divisão sexual do trabalho é uma base fundamental sobre a qual se assentam as hierarquias de gênero nas sociedades contemporâneas, porém essas hierarquias de gênero também assumem formas diferenciadas conforme a posição de classe e raça das mulheres. Isso quer dizer que, a divisão sexual do trabalho afeta todas as mulheres, no entanto, existem as vantagens de classe e raça que fazem afetar menos algumas mulheres do que outras, com consequências distintas. Não apenas sexo ou gênero, mas também a raça e classe devem ser analisadas

dentro de uma perspectiva política. O mesmo é apontado por Saffioti (2015), que afirma uma interação entre as categorias gênero, raça/etnia e classe social. Nesse sentido, não é possível ignorar as questões de raça e classe na interseccionalidade das relações políticas e, consequentemente, na invisibilidade feminina de mulheres na ciência e sociedade. Considerar que todas as mulheres são afetadas igualmente pelo patriarcado, principalmente no Brasil, país em que as desigualdades de classe e raça são extremas, é cair nas amarras de uma perspectiva de feminismo liberal. Isso reforça o argumento anterior de que outras categorias de identidade das mulheres, além do gênero, devem ser analisadas numa perspectiva política.

Apesar da explanação sobre as diferentes perspectivas feministas nos recentes estudos de gênero e ciência, não estamos preocupados em uma escolha e definição literal de feminismo, pois acreditamos que tais perspectivas se complementam na práxis. A preocupação fundamental é destacar que as perspectivas feministas adotadas vão de encontro à perspectiva liberal, que exalta os casos femininos de exceção sob um lema de que "venceram na vida", ao invés de tratar das restrições que tornam a liberdade impossível para uma ampla maioria das mulheres invisíveis. Falaremos no capítulo 4.

Como vimos, o movimento feminista não é um movimento único, pois sofre as contingências da história e há diversas maneiras de encarar esse movimento. Louro (1997) e Butler (2003) afirmam que diferentes perspectivas (exceto a liberal) e estudos feministas podem servir às questões das mulheres ao redor do globo, argumentando pela mesma causa central, ou seja, a luta contra a opressão das mulheres. Além disso, alguns conceitos (gênero, patriarcado, identidade) são comuns às diferentes perspectivas do movimento feminista, dos quais falaremos na próxima seção.

1.5 – Gênero, Patriarcado e Identidade

Esta seção faz uma breve discussão sobre os conceitos de gênero, patriarcado e identidade que fundamentaram a construção dessa dissertação.

- **O conceito de Gênero:**

Butler (2003), Louro (1997) e Saffioti (2015) explicam o conceito de gênero e as consequentes expectativas de gênero/feminilidade que se desenvolvem e se naturalizam como padrões de normatividade para todas as mulheres. Cada uma dessas teóricas enfatiza determinado aspecto do gênero, havendo um campo de consenso: o gênero é a construção social do feminino e do masculino. Isto é, diz respeito às representações e às imagens construídas pela sociedade do que é masculino e do que é feminino. Elas, também, defendem que ter um gênero ou ser um gênero não define o sujeito, apenas participa de sua inteligibilidade na vida social (BUTLER, 2003).

De acordo com Louro (1997), o gênero é diferente de sexo. A autora não nega a análise biológica, mas enfatiza a construção social e histórica produzida sobre as características biológicas. E, assim, defende que é no âmbito das relações sociais que se constroem os gêneros, de forma que o conceito de gênero se refere ao modo como as características sexuais são compreendidas e representadas. A partir desse entendimento, Louro (1097) pretende recolocar o debate no campo do social, pois é nele que se constroem e se reproduzem as relações (desiguais) entre os sujeitos. De forma que as justificativas para as desigualdades precisam ser buscadas não nas diferenças biológicas, mas sim nos arranjos sociais, na história, nas condições de acesso aos recursos da sociedade e nas formas de representação.

Como o gênero é construído social e culturalmente e não é uma essência, ele sofre constantes mutações (LOURO, 1997). Os papéis femininos e masculinos, por exemplo, não passam de ideias hierárquicas sobre os gêneros. Guacira Louro (1997) explica que tais papéis são padrões ou regras arbitrárias que uma sociedade estabelece para seus membros, impondo seus comportamentos, suas roupas, seus modos de se relacionar ou de se portar. Através do aprendizado de papéis, cada um/a aprende o que é considerado adequado e inadequado para um homem ou para uma mulher em determinada sociedade, e, assim, tende a responder a essas expectativas. Os papéis definidos aos sujeitos e a diferença entre os gêneros relacionadas às distinções biológicas serviram, ao longa da história ocidental, para explicar e justificar as mais variadas distinções entre mulheres e homens. Teorias foram construídas e utilizadas para "provar" distinções físicas, psíquicas, comportamentais; para indicar diferentes habilidades sociais, talentos ou aptidões; para justificar os lugares sociais, as possibilidades e os destinos "próprios" de cada gênero.

As expectativas de gênero, que fazem esperar de uma mulher comportamentos padrões, são apenas normas que o sistema patriarcal estabeleceu. Para Butler (2004), ao contrário de leis e regras, as normas podem ser ou não explícitas, o que significa que elas podem operar de maneira sutil e difícil de perceber. Assim, como tudo aquilo que chamamos de "estrutural" porque coloniza nossos hábitos e subjetividades, as normas se constituem de atos repetidos até serem naturalizadas. Quando mulheres se sujeitam às expectativas de feminilidade, aos "lugares de mulher" na sociedade, aos papéis femininos, o gênero é regulamentado. Tais regulamentações são postas pelas esferas sociais e culturais, o que torna evidente a força de um sistema patriarcal estruturante que domina a sociedade e sua cultura. Butler (2004) indica que "o gênero é uma norma regulatória, mas também é produzido ao serviço de outros tipos de regulamentos" (p.53)[12]. Como regulamentos de outros tipos podemos destacar o próprio patriarcalismo e capitalismo.

Essa separação entre as os papéis de homens e mulheres ocorre porque o gênero está associado ao binarismo masculino-feminino. O binarismo é o que Butler (2003) chama de heteronormatividade, cujo objetivo é manter o sexo separado em duas formas que se diferenciam substancialmente. Dessa forma, a matriz heterossexual é fundamentada no princípio de separação entre homens e mulheres, e é com base nessa separação que seus termos serão definidos, assim como seus papéis na sociedade. E, apesar de o gênero independer do sexo, existe um vínculo entre ambos. Como defende Butler (2003) e Saffioti (2015), o gênero se torna a dimensão da cultura por meio da qual o sexo aparece vinculado ao poder. Segundo Butler (2003), a ideia de que o gênero é uma construção cultural e o sexo é natural, não é suficiente para dissociá-lo do sexo. Ainda além, a autora (2003) discute que a distinção entre sexo e gênero alcança um limite lógico, pois a própria ideia de sexo é tão culturalmente construída quanto o conceito de gênero.

Existem diferenças cruciais entre os conceitos de gênero e patriarcado. O conceito de gênero é aberto e não explicita, necessariamente, desigualdades entre homens e mulheres, como faz o conceito de patriarcado (SAFFIOTI, 2015). O gênero compreende as consequentes relações desiguais entre sujeitos, mas também compreende as relações igualitárias. O patriarcado compreende as relações hierárquicas e desiguais entre indivíduos. Saffioti (2015) aponta que o conceito de gênero, que teve ampla penetração

[12] No original: "Gender is thus a regulatory norm, but it is also one that is produced in the service of other kinds of regulations".

no pensamento acadêmico, é mais ideológico do que o conceito de patriarcado: “neutro, não existe nada em sociedade” (p.141). Isso porque o gênero, associado ao binarismo masculino-feminino, reflete mais do que a vontade dos indivíduos de busca por uma identidade, ele reflete relações sociais impostas por um tipo específico de organização da sociedade (patriarcado-capitalismo).

Em resumo, o conceito gênero é muito associado ao binarismo masculino-feminino, isto é, ao sexo. Sendo assim, o gênero determina expectativas sobre os corpos, as imagens de feminino e os papéis de gênero. Por mais que o gênero seja as imagens construídas pela sociedade de masculino e de feminino, essas são imagens construídas em ideologia patriarcal (SAFFIOTI, 2015). Consequentemente, as imagens de feminino e os papéis femininos vão sempre designar lugares subordinados às mulheres.

As imagens de papéis de gênero distanciam as mulheres de ocuparem outros espaços além daqueles que lhes é definido como adequado. Enquanto o espaço doméstico é considerado adequado para uma mulher, a ciência torna-se um espaço inadequado. De acordo com Londa Schienbinger (2001), os significados culturais de feminilidade e masculinidade e a compreensão de gênero foi incorporada em debates sobre a capacidade das mulheres de fazer ciência. A feminilidade representa um conjunto de valores que foi excluído da ciência.

Importante destacar que Saffioti (2015) não argumenta a favor da abolição do conceito gênero, pelo contrário, a autora defende a utilidade do conceito mesmo porque ele é muito mais amplo do que o de patriarcado e tem uma história mais longa e porque não é possível substituir o conceito por outro. Mas a autora argumenta a favor da abolição do uso exclusivo do conceito gênero. Para Saffioti (2015), as análises que incluem gênero devem sempre falar simultaneamente do conceito de patriarcado, porque gênero é um conceito pretensamente neutro, mas o conceito de patriarcado deixa explícita a não neutralidade e o caráter de dominação-exploração das mulheres. A pretensa neutralidade do conceito de gênero não está em Butler (2003), pelo contrário, a autora o associa a uma relação de poder ao destacar a influência do sexo masculino-feminino sobre o conceito.

- **O conceito de Patriarcado:**

De acordo com Saffioti (2015), o patriarcado é o regime da dominação-exploração das mulheres pelos homens. Segundo Cordeiro (2020), a família é o pilar sociológico do patriarcado, pois é na família que os membros são cooptados a performar papéis sociais

dentro da sociedade patriarcal. Contudo, o patriarcado não abrange apenas a família, mas atravessa a sociedade e o estado como um todo. Apesar de focar na diferença dos sexos, o patriarcado também engloba as questões de raça e classe nas relações políticas, isto é, as mulheres estão em condição de dominação-exploração seja pelo gênero, raça ou classe.

O patriarcado é o sistema político mais longevo da humanidade (SAFFIOTI, 2015; CORDEIRO, 2020). É um regime específico para os seis ou sete milênios mais recentes da história da humanidade e que assume novas conformações com o desenvolver do Capitalismo: "de fato, como os demais fenômenos sociais, também o patriarcado está em permanente transformação" (SAFFIOTI, 2015, p.48). Sendo assim, autoras (HARDING, 2015; FEDERICI, 2019; SAFFIOTI, 2015; 1976) estabelecem uma relação patriarcado-capitalismo. Também conforme Cordeiro (2020), o patriarcado é cooptado pelo capitalismo e, sabendo isso, considera-se que o patriarcado está circulando ampla e ideologicamente, sofrendo manutenções ao decorrer dos anos.

Entre as explicações mais conhecidas sobre o patriarcado está a explicação materialista-histórica construída por Friedrich Engels (1820-1895) em fins do século XIX, que associa a exploração das mulheres ao advento da propriedade privada. De acordo com Engels (1980), na instituição moderna da família monogâmica na Europa, no período chamado pelo autor de Civilização - que se inicia com a fundição do minério de ferro, a invenção da escrita alfabética e com a ampliação da elaboração dos produtos naturais, da indústria e da arte - um dos elementos nucleares é o patriarcado. O patriarcado na origem da família monogâmica residia no controle da sexualidade feminina a fim de assegurar a fidelidade da esposa a seu marido, visto que ela era a responsável pela reprodução dos herdeiros do marido (ENGELS, 1980). As mulheres tinham, e ainda têm, "valor de mercado" atrelado às suas capacidades de gestar (SAFFIOTI, 2015). Como os demais membros da família eram considerados propriedades do patriarca, filhas poderiam ser vendidas ou filhos e esposa poderiam ser escravizados para pagar dívidas do patriarca. É por isso que Engels (1980) considera o patriarcado o primeiro modelo de exploração da história, entre homens e mulheres.

Desde a origem da família monogâmica apontada por Engels (1980), as mulheres eram propriedades do patriarca e deveriam servir a ele e a reprodução de herdeiros. Essa falta de liberdade das mulheres sofreu manutenções e perdurou com o avançar do capitalismo, ocasionando a desigualdade civil e econômica feminina em relação aos

homens. Ao decorrer dos séculos, a desigualdade econômica entre homens e mulheres se aprofunda com a institucionalização da educação, da qual as mulheres são excluídas desde o início (CORDEIRO, 2020). No Ocidente, as mulheres só tiveram amplo acesso à educação superior a partir do final do século XIX. A educação feminina era forma de emancipação das mulheres, visto que o apego à autoridade do homem era essencial para a sobrevivência da esposa.

Saffioti (2015) também mostra que as relações patriarcais, as hierarquias e as estrutura de poder estão para além da família, atravessando toda a sociedade e o Estado. O predomínio das atividades privadas está na esfera da família e o predomínio de atividades públicas estão na esfera do trabalho, do Estado. Daí vem o que chamamos de esfera pública e do privado para fins analíticos, embora ambos os espaços estejam mesclados e inseparáveis para a compreensão da sociedade. Nesse sentido, há uma indissociável relação do patriarcado com o mundo do trabalho. Na moderna divisão sexual do trabalho, a mulher foi responsabilizada pelos trabalhos da esfera do privado enquanto os homens pelo trabalho da esfera pública. Saffioti (2015) explica que a sociedade constrói o masculino e o feminino e os papéis designados a cada um. Essa é a construção do gênero, que obedece ao critério do sexo, e a ela corresponde a divisão sexual do trabalho. Portanto, não pode haver uma sociedade sem gênero. Não se pode afirmar quando começou ou se todos os povos na história da humanidade sobreviveram através da divisão sexual do trabalho, mas pode-se dizer que na manutenção do capitalismo tal divisão tem sido fundamental.

No processo capitalista, a diferença sexual é convertida em diferença política, passando a se exprimir ou em liberdade ou em sujeição. Butler (2003) considera o gênero associado ao sexo como sujeição ao sistema hegemônico. É nesse sentido que Cordeiro (2020) traz considerações sobre dois pilares da política sexual: o psicológico e o ideológico. Esses pilares são responsáveis pela manutenção dos papeis femininos sob a consequência de o gênero ser construído por uma sociedade permeada de propagandas, ciências, historiografias e valores patriarcais. Muitas pesquisas têm sido feitas com mulheres em relação às suas opiniões sobre si mesmas e sobre outras mulheres, mostrando uma inclinação feminina a dar preferência aos homens tanto aos trabalhos quanto as atitudes dos homens (CORDEIRO, 2020).

Retornando à relação patriarcado-capitalismo, Saffioti (2015) destaca que todas as feministas que diagnosticaram a dominação patriarcal na sociedade contemporânea sabiam que não se tratava de uma categoria ausente de um poder político organizado dependentemente do Estado capitalista. Isso porque patriarcado se ancora em uma maneira de os homens garantirem para si e para seus dependentes os meios necessários à produção diária e à reprodução da vida. "Há, sem dúvida, uma economia doméstica, ou domesticamente organizada, que sustenta a ordem patriarcal" (SAFFIOTI, 2015, p.111). No patriarcado, as mulheres são objetos dos homens, reprodutoras e cuidadoras de seus herdeiros e da força de trabalho do homem. Com base nessa perspectiva, Saffioti (2015) e Federeci (2019) defendem que por mais que haja avanços femininos nos espaços públicos, ou seja na área profissional, na representação em postos políticos, essa base do patriarcado não é destruída (SAFFIOTI, 2015; FEDERICI, 2019).

Em resumo, a relação patriarcado-capitalismo pode ser explicada pelo fato de que existe uma base econômica do patriarcado que consiste na intensa discriminação salarial das trabalhadoras, na segregação ocupacional das mulheres, na sua marginalização de importantes papéis na sociedade, na economia e na política, e no controle de sua sexualidade para (re)produzir mais ou menos homens/força de trabalho. Está presente uma contradição entre os interesses de homens e mulheres na ordem patriarcal de gênero e, ademais, o patriarcado serve a interesses dos grupos/classes dominantes (SAFFIOTI, 1976).

Saffioti (2015) considera o patriarcado reinante na Atenas Clássica ou na Roma antiga diferente ao que reina nas sociedades urbano-industriais do Ocidente. Assim como também para um mesmo tempo, o patriarcado opera de forma diferente entre povos africanos e/ou muçulmanos. Embora a subordinação das mulheres aos homens seja operada de maneiras diferentes de acordo com seu tempo e lugar, ela está presente há milênios na história da humanidade. "A natureza do fenômeno, entretanto, é a mesma. Apresenta a legitimidade que lhe atribui sua naturalização" (p.107). O caso Marie Curie, não menos ocidental que nós e não tão distante de nós – no século XIX – era, portanto, um caso imerso no patriarcado. Assim como a ausência de outras mulheres na ciência é um reflexo do patriarcado.

- **O conceito de Identidade**

Um sujeito não é constituído apenas pelo gênero, mas pela interação de múltiplas facetas que constituem a sua identidade, de acordo com Butler (2003), Louro (1997) e Saffioti (2015). A identidade não é sinônimo de igual ou único, visto que ela é moldada por condições múltiplas e diversas entre os indivíduos, e, também, não é sinônimo de diferença, visto que os indivíduos apresentam facetas em comum.

> Ora, a democracia exige igualdade social. Isto não significa que todos os membros da sociedade, devam ser iguais. Há uma grande confusão entre conceitos como: igualdade, diferença, desigualdade, identidade. Habitualmente, à diferença contrapõe-se a igualdade. Considera-se, aqui, errônea esta concepção. O par da diferença é a identidade. Já a igualdade, conceito de ordem política, faz par com a desigualdade. As identidades, como também as diferenças, são bem-vindas. Numa sociedade multicultural, nem deveria ser de outra forma. (SAFFIOTI, 2015, p.39)

Saffioti (2015) entende a identidade dos sujeitos como resultado da interação entre múltiplas facetas com destaque à raça/etnia, classe e gênero. Diferentes instituições e práticas sociais são constituídas e constituintes das identidades. A concepção de que "o gênero, a raça/etnicidade e as classes sociais constituem eixos estruturantes da sociedade" é importante para entender o sujeito múltiplo (SAFFIOTI, 2015, p.83).

O debate sobre identidade tem sido ressaltado no enquadramento teórico da interseccionalidade, que diz respeito à interação entre gênero, raça, etnia, classe e outras categorias, e como essa interação molda a identidade de um sujeito. Lucy Avraamidou (2019) trabalha com a interseccionalidade de fatores que moldam as identidades de Amina, uma mulher muçulmana na física. Ao tentar explorar o impacto de diferentes experiências na jornada de Amina na física, ela dá atenção a como as categorias etnia, gênero, classe social e religião se intersectaram na construção da identidade científica da cientista. Avraamidou (2019) discute que o gênero por si só é limitado para analisar a participação ou representação das mulheres na ciência. Para a autora, outras categorias devem ser incluídas para explicar as razões pelas quais as mulheres não se envolvem com a ciência. Nesse sentido, ao invés de apenas gênero, como na maioria dos trabalhos que discutem a participação ou representação de mulheres na ciência, Avraamidou (2019) analisa como diferentes categorias sociais constituem as identidades das mulheres e como elas cruzam com a identidade científica.

Butler (2003) também afirma que a ideia de gênero é limitada porque o sexo ainda aparece como fator decisivo. Então, a autora repensa a construção da categoria de "mulher" dentro das teorias feministas, indo contra a ideia de "mulher" como essência.

Para ela, é preciso considerar uma pluralidade de indivíduos que se enquadram no "ser mulher". Ao colocarmos todas as mulheres em um único conceito, excluímos todas as outras possibilidades de construção do sujeito. O gênero, ao invés de compreender os diferentes marcadores sociais entre as mulheres negras, muçulmanas e ocidentais, reduz todas ao "gênero feminino". Nesse sentido, a identidade inclui diversos outros marcadores sociais além de gênero que fazem parte da experiência do indivíduo, como a etnia, classe social, religião.

Segundo Saffioti (2015), as desigualdades constituem fontes de conflitos, em especial em locais em que são tão abissais como no Brasil, e apresentam clivagens de categorias de identidade de gênero, de raças/etnias e de classes sociais. Para autora, privilegiar única categoria para justificar os males sociais é equivocado. O sujeito é constituído do gênero, raça/etnia e classe, ainda que uma de suas facetas prevaleça sobre a outra, e é no nó entre suas facetas que atuam as contradições e as violências estruturais. Um exemplo destacado por Saffioti (2015) que ilustra tal constituição do sujeito é a resposta de homens negros ao racismo, principalmente daqueles que conquistaram uma posição social e econômica privilegiada. Eles escolhem mulheres brancas e loiras para casar, porque eles são inferiores a elas pela cor, mas como na relação matrimonial o gênero se sobressai, elas tornam-se inferiores a eles pelo gênero. Outro exemplo dado pela autora é baseado na literatura sobre violência contra crianças e adolescentes no Brasil. Inicialmente, só as classes sociais eram tomadas como categoria histórica fundante da análise dessa violência, em detrimento do gênero e da raça/etnia. Entretanto, a autora afirma que privilegiar a categoria classe social obscurece as demais clivagens existentes na sociedade. De forma análoga, privilegiar as categorias gênero e raça/etnia também obscurece as demais clivagens existentes na sociedade como aquelas criadas pela classe social, pois na produção da violência – de todos os tipos - as condições materiais que caracterizam a pobreza têm um peso significativo (SAFFIOTI, 2015).

A literatura requer uma análise não reducionista da realidade, que inclui as três categorias estruturantes da sociedade: classe, raça e gênero. Considerando que quando uma categoria nasce posterior a outras ela se mescla com a anterior e que a categoria de classe social é um fenômeno recente por estar ligada ao capitalismo, com início no século XVI como sistema econômico e no século XVIII como modo de produção derivado da Revolução Industrial, "as classes sociais são, desde a sua gênese, um fenômeno gendrado"

(SAFFIOTI, 2015, p.122). Adicionando a categoria raça/classe ao debate, tem-se um nó frouxo, na defesa de Saffioti (1976; 2015), formado pelas contradições que operam em três categorias: raça, classe e gênero. A autora ressalta um cuidado significativo para analisar o nó, explicando que não se trata de uma soma de categorias, mas da análise de uma nova realidade constituída pela fusão das categorias. Além disso, as discriminações não são simplesmente quantitativas, mas complexamente qualitativas:

> Uma pessoa não é discriminada por ser mulher, trabalhadora e negra. Uma mulher não é duplamente discriminada, porque, além de ser mulher, é ainda uma trabalhadora assalariada. Ou, ainda, não é triplamente discriminada. Não se trata de variáveis quantitativas, mensuráveis, mas sim de determinações, de qualidades, que tornam a situação destas mulheres muito mais complexa (SAFFIOTI, 2015, p.123)

De acordo com Saffioti (2015), não se deve tornar nenhuma categoria como fixa, mas analisar o nó frouxo entre patriarcado-racismo-capitalismo, a tríade que a autora chama de subestruturas na estrutural global e contradições na realidade historicamente construída. Há uma estrutura de poder que unifica as categorias gênero, raça/etnia e classe social, mas para fins analíticos tendemos a separá-las sem perder de vista que o caminho inverso também pode ser feito. Pensamos nessas três categorias para o capítulo 4 (seção 4.1).

1.6 - A exclusão das mulheres na Ciência e na educação em ciências

Nesta seção, discutimos a exclusão de mulheres na ciência e na educação em ciências explorando estudos feministas e a perspectiva de Harding (2015; 1986), que trata do cenário de exclusão feminino como uma questão epistemológica relacionada à objetividade da ciência. Para Harding (1986), incluir a perspectiva das mulheres na produção científica tornaria a objetividade mais forte. E exploramos as perspectivas de Avraamidou (2019), Brickhouse (*et al* 2000; 1994), Varelas *et al* (2019) e Carlone *et al* (2015) que tratam da identidade cultural e da exclusão feminina da ciência na educação básica.

As reportagens citadas na Introdução dessa dissertação discorrem sobre as dificuldades femininas em desenvolverem trabalhos científicos, que se tornaram mais evidentes durante a pandemia atual. A lógica do trabalho de reprodução social explica,

em grande parte, essas dificuldades. Como já vimos, em uma sociedade patriarcal, as mulheres são responsabilizadas mais pelos trabalhos domésticos e de reprodução social do que os homens.

Os ramos da teoria feminista e da reprodução social analisam as contradições entre a tendência de obtenção de lucro e de produção de pessoas nas sociedades modernas (ARRUZA; BHATTACHARYA; FRASER, 2019; FEDERICI, 2019). Na sociedade moderna, essas atividades de reprodução e cuidado de pessoas servem para formar a força de trabalho necessária para a obtenção de lucro. E os seres sociais corporificados capazes de manter essa força de trabalho são as mulheres que geram, criam e cuidam dos homens. Uma das principais contradições está no fato de que o capital responsabiliza às mulheres ao trabalho de reprodução social, maximizando seus lucros a partir desse trabalho que não é remunerado.

Harding (2015) explica que, na modernidade, o modelo do trabalhador é o de um trabalhador do sexo masculino que trabalha por salário fora de casa e que esse modelo androcêntrico obscurece o trabalho das mulheres. Como discute Harding (2015), o patrão de uma fábrica do século XIX conseguia dois trabalhadores pelo preço de um, quando contratava um homem casado. Isso porque se consegue com um único salário obter o trabalho do homem junto com o da esposa, que era responsável pelo cuidado da alimentação diária, vestuário e saúde do homem, garantindo a presença masculina no mundo do trabalho. Portanto, o trabalho reprodutivo também gera o trabalho produtivo, entretanto, é invisível. Além disso, Harding (2015) denuncia que a grande maioria dos pobres no mundo são justamente as mulheres e seus dependentes, visto que a atribuição das responsabilidades domésticas das mulheres as limita para o trabalho assalariado na esfera pública.

Silvia Federici (2019) ressalta que o trabalho feminino tem sido a base que sustenta todo o capitalismo, pois sem o trabalho reprodutivo a sociedade em que vivemos não se desenvolve. O trabalho reprodutivo é apropriado pelo capitalismo e, por isso, é invisível e não remunerado, e as mulheres são excluídas dos trabalhos assalariados. Por isso que o capitalismo e o patriarcado são condescendentes, normatizando os papéis femininos na sociedade, como se o trabalho doméstico fosse uma vocação.

Na pesquisa sobre a origem da família, Engels (1980) destaca que a primeira divisão do trabalho é a que se fez entre o homem e a mulher para a procriação dos filhos.

Com a família patriarcal, o lar se transformou em um serviço privado no qual as mulheres eram as responsáveis sem tomar parte da produção social. Se a mulher fica no espaço privado, ela não recebe um salário, e se a mulher trabalha no espaço público, é impossível realizar todas as suas tarefas domésticas. Para Engels (1980), no século XIX era isso que ocorria, por exemplo, com a mulher na medicina e na advocacia, assim como podemos incluir a mulher na ciência.

Na divisão sexual do trabalho, quanto mais responsabilizadas pelos trabalhos de esfera privada (domésticos e de reprodução), menos as mulheres conseguem conquistar o espaço público (como a ciência). Essa condição desfavorável para as mulheres não é uma questão exclusiva do século XIX, nem uma questão encerrada. Para a historiadora Wendy Goldman (2014), para transformar essa condição, as tarefas realizadas individualmente por milhões de mulheres em suas casas deveriam ser transferidas para a esfera pública, sob responsabilidade do Estado e assumidas por trabalhadores assalariados em refeitórios, lavanderias e creches comunitários.

Para Harding (2015), os debates estão focados em como as situações das pessoas empobrecidas devem ser remediadas, dando pouca atenção às causas distintivas do empobrecimento das mulheres e seus dependentes. O mesmo movimento percebemos nos debates sobre a diversidade na ciência. Não é possível defender a diversidade na ciência ou falar sobre mulheres na ciência sem dar atenção às causas que fazem as mulheres estarem em menor proporção na ciência, ou terem suas pesquisas invisíveis. Se as mulheres não estão na ciência, onde estão? A invisibilidade de mulheres na História da Ciência pode ser, em grande parte, relacionada com a falta de condições para as mulheres ocuparem outro papel fora do lar ou de conciliarem seus trabalhos do privado e do público (SCHIEBINGER, 2001). Além disso, na modernidade patriarcal, as mulheres têm sido consideradas como ausentes da racionalidade científica e dotadas apenas de experiências nos contextos de cuidado infantil, doméstico e agrícola, excluídas, assim, "do que conta como verdadeira competência técnica" (HARDING, 2015, p.55)[13].

São exceções, portanto, aquelas mulheres visíveis, que possuem a oportunidade de sair de casa e ocupar espaços de formação acadêmica. Exemplos de exceções na história da ciência podem ser ilustrados pelas únicas sete mulheres laureadas com o Nobel de Química, dentre 186 premiados. A cientista francesa Marie Curie foi premiada em

[13] No original: "what counts as real technical expertise".

1911; sua filha, Irène Joliot-Curie, foi premiada em 1935; a britânica Dorothy Hodgkin, em 1964; a israelense Ada E. Yonath, em 2009; a estadunidense Francis Arnold, em 2018; a francesa Emmanuelle Charpentier e a americana Jennifer Doudna, em 2020. No patriarcado, devemos estar atentos ao fato de que para as mulheres estarem na ciência precisam de condições favoráveis e a ausência dessas condições gera desproporcionalidade entre homens e mulheres no meio acadêmico científico.

A tese de coprodução entre ciência e sociedade trazida por Harding (2015) ajuda a compreender como a ciência moderna é um produto de exclusão de minorias de gênero, raça e classe. A ciência é constituída de práticas organizadas pelos compromissos e interesses de quem compõe a comunidade científica. Dessa forma, as políticas e práticas sociais sempre têm efeitos sociais distintos, favorecendo grupos em detrimento de outros. Excluídas da ciência, as políticas e práticas sociais estão longe de proporcionar benefícios às mulheres, principalmente às mulheres pobres e do "Sul Global"[14] (HARDING, 2015, p. 55). Para Harding (1986; 2015) e Haraway (1995) a solução para esse cenário é que a objetividade da ciência seja maximizada a fim de alcançar os interesses das mulheres em condições de opressão. Uma forma de maximizar essa objetividade é marcar a ciência com uma epistemologia feminista, na qual o conhecimento é produzido a favor dos grupos oprimidos e, assim, novas políticas públicas e práticas sociais atenderiam as mulheres.

Em relação ao ensino de ciências, Brickhouse (*et al* 2000; 1994) discute origens na manutenção da exclusão de mulheres na ciência desde a educação básica. Para a autora, as escolas reforçam as visões tradicionais da natureza da ciência que dão ao conhecimento científico um status masculino, individual, competitivo, objetivo, impessoal, racional, ou seja, tudo que está em desacordo com as expectativas do feminino. Além disso, as atividades científicas na sala de aula são dominadas por meninos e os professores respondem às identidades dos alunos e alunas de forma a contribuir com a discriminação das meninas nas aulas de ciências.

Nesse campo da educação em ciências, consideramos nessa pesquisa os trabalhos de Avraamidou (2019), Brickhouse (*et al* 2000; 1994), Varelas *et al* (2019) e Carlone *et al* (2015) para falar da identidade cultural das alunas. Para as autoras, o problema da limitada presença de mulheres na área está relacionado com a construção da identidade

[14] O termo Sul Global, utilizado por Sandra Harding (2015), refere-se às regiões mais pobres. Apesar de tratar das regiões e países não desenvolvidos e não hegemônicos, o termo não se restringe à geografia, referindo-se também a espaços ou indivíduos em condições de opressão.

da ciência e como identidades das mulheres se sobrepõem ou não a identidades científicas. O modelo de identidade científica de Carlone *et al* (2015) consiste em analisar o reconhecimento, ou seja, reconhecer-se e ser reconhecido por outros como uma pessoa científica. No estudo de Carlone *et al* (2015), as formas como as mulheres sentem-se representadas pelos indivíduos que fazem ciência e reconhecem-se como pessoas científicas, influenciam escolhas por uma carreira científica. Além disso, para Brickhouse (*et al* 2000; 1994), as aulas de ciências servem muitas vezes para classificar aqueles que podem e não podem fazer ciência, aqueles que são bons ou não para a disciplina, influenciando assim quem serão cientistas, enfermeiros, engenheiros, técnicos do futuro.

De acordo com o Instituto Europeu para a Igualdade de Gênero (2017), Avraamidou (2019) aponta que apenas 30% das pesquisadoras STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) do mundo são mulheres, e esta porcentagem cai para 17% quando se trata de física. A autora ressalta ainda a falta de latinas dentro de campos da STEM. Para a autora, as causas dessa desproporcionalidade não estão relacionadas à aptidão das diferentes mulheres para as profissões STEM, mas sim, à sobreposição de identidades das mulheres com as identidades científicas. Para observar essa sobreposição complexa de identidades, a autora, como já destacamos, opta pela abordagem interseccional, examinando as formas pelas quais a identidade científica se intercepta com outras identidades de gênero, religiosa, de classe social e étnica.

Por um lado, a identidade é uma ferramenta importante para examinar as formas pelas quais várias experiências afetivas influenciam os indivíduos a se verem como pessoas científicas (AVRAAMIDOU, 2019). É importante que as meninas se reconheçam como parte de um grupo capaz de fazer ciência, sendo, para isso, necessário que haja exemplos diversos[15] de mulheres na ciência, e não apenas exemplos de exceções. Por outro lado, o reconhecimento basta? Apesar de possível, é difícil às mulheres fazerem ciência. Difícil não devido a incapacidade feminina, mas sim, por questões estruturais e sistêmicas nas quais a ciência é coproduzida historicamente. A suposição liberal de que mais mulheres devem ser incentivadas à ingressarem em carreiras científicas não esclarece como a ausência das mulheres na ciência se deve à estrutura do patriarcado e à falta de determinadas condições e como, portanto, a estrutura das instituições científicas

[15] Não cabe ao recorte da pesquisa tratar do tema diversidade. Apenas ressaltamos que nos referimos por exemplos diversos aqueles para além do padrão hegemônico, isto é, exemplos de mulheres do Sul Global, de diversas etnias e classes sociais.

precisa mudar antes que as mulheres possam ingressar nas profissões (SCHIEBINGER, 2001). Para discutir essas questões que tornam muitas mulheres invisíveis na história da ciência, aliamos os fatores sociais, históricos e culturais à compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico através da lente teórica da HCC.

2 - Uma revisão na literatura de Química e Ensino sobre a participação feminina na História da Ciência

A revisão da literatura aqui apresentada foi apoiada em Brickhouse *et al* (2000), Carlone *et al* (2015), Avraamidou (2019) e Varelas *et al* (2019), quando elas defendem a necessidade de buscar caminhos para aumentar a representatividade feminina na ciência. Para as autoras, o problema da limitada presença de mulheres na área está relacionado às formas como as mulheres sentem-se representadas pelos indivíduos que fazem ciência. Segundo Brickhouse (*et al* 2000; 1994) e Carlone *et al* (2015), muitas vezes, as construções de identidades no ensino de ciências podem se manifestar sobre a identificação profissional que mais lhes motiva. Nesse caso, a falta de exemplos diversos de mulheres na ciência na literatura e no ensino é considerada uma parte responsável no quadro de exclusão. Isto porque a ausência de exemplos de mulheres que fazem ciência acaba por fazer as estudantes não se identificarem com quem faz ciência.

Como mencionado na seção 1.2 do capítulo 1, entendemos que o ensino de ciências precisa estar conectado com questões políticas, como aquelas relativas à participação das mulheres na ciência e sociedade. Contudo, essa conexão para o ensino de ciências sofre algumas problemáticas da forma como é feita. Michael Matthews (2012), por exemplo, sugere mudar o foco da Natureza da Ciência para as Características da Ciência, mais flexíveis e amplas, e aponta que o feminismo pode ser uma característica importante da ciência quando se estuda sobre as cientistas. Entretanto, apenas uma mulher dentre muitos homens cientistas é citada em seu exemplo: “Galileu, Newton, Boyle, Hooke, Darwin, Mendel, Faraday, Volta, Lavoisier, Dalton, Rutherford, **Curie**, Bohr, Heisenberg, Einstein e outros [...]” (MATTHEWS, 2012, p.24, grifos nossos).

A menção exclusiva de Marie Curie não é inesperada quando se trata de mulheres na ciência. Como indica o trabalho de Trevor Owens (2009), Marie Curie é a cientista mais biografado para crianças em língua inglesa, seguida de Albert Einstein (1879-1955) e Charles Darwin (1809-1882). Em uma pesquisa feita por biografias infanto-juvenis no índice *WorldCat* de bibliotecas, 121 resultados retornaram para Marie Curie (OWENS, 2009). Segundo Owens (2009), os biógrafos infantis apropriaram-se dessas figuras estrangeiras e os transformaram em ícones educacionais.

Considerando o caso Marie Curie, é importante pontuar que nas perspectivas de Avraamidou (2019), Brickhouse (*et al* 2000; 1994), Varelas *et al* (2019) e Carlone (2015), no campo da educação em ciências, é importante a construção da sobreposição de identidades de alunas que se sobreponham às identidades das ciências, e isso pode ocorrer a partir de uma educação em ciências que exponha exemplos femininos na ciência, de mulheres diversas, e não apenas as premiadas com o Nobel. Assim, entendemos que a reincidência do exemplo de Marie Curie não é proporcional à problemática e, ainda menos, um exemplo diverso.

Movido por esse forte apelo educacional atribuído à figura de Marie Curie, realizamos uma revisão bibliográfica, em periódicos de Química e Ensino. A revisão teve por objetivo analisar qual a proporção de mulheres e homens cientistas apresentados em publicações que abordam episódios históricos ou discutem História da Ciência, quem são e como são as mulheres apresentadas nesses artigos. A revisão bibliográfica teve resultados que sustentam o trabalho como um todo e tornou-se um artigo publicado[16] por El Jamal e Guerra (2020) na REDEQUIM.

A revisão bibliográfica foi feita nas edições da última década (2010-2019) das revistas Química Nova (QN), Química Nova na Escola (QNEsc), RedeQuim, Revista Brasileira de Ensino de Química (ReBEQ), Educação Química en Punto de Vista (EQPV) e Educación Química (Educ. Quím). As publicações selecionadas foram categorizadas a partir de semelhanças entre os temas, títulos e narrativas.

Nesse capítulo 2, apresentamos uma breve explanação dos resultados encontrados na revisão da literatura. Esses resultados sustentarão o capítulo 3. Para uma leitura mais detalhada dos resultados e discussões, indicamos o artigo na íntegra de El Jamal e Guerra (2020).

2.1 - Resultados da revisão bibliográfica

O Quadro 1, presente no artigo de El Jamal e Guerra (2020), revela os resultados da ocorrência total de trabalhos em cada periódico e categoria.

[16] El JAMAL, Natasha; GUERRA, Andreia. O lado invisível na história da ciência: uma revisão bibliográfica sob perspectivas feministas para a educação em ciências. Revista Debates em Ensino de Química, v. 6, n. 2, p. 311-333, 2020. Disponível em http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3639.

Quadro 1: Mulheres (M) e Homens (H) na Ciência

	Categorias	**QN**	**QNEsc**	**REDE QUIM**	**ReBEQ**	**EQPV**	**Educ. Quím**	**Total**
A	Artigos que trazem a história e/ou um excerto biográfico de um(a) cientista.	17 (3M, 14H)	2 (1M, 1H)				30 (7M, 23H)	49 (11M, 38H)
B	Artigos que apresentam a construção de determinado conhecimento científico através da História da Ciência.	3 (3H)	8 (1M, 7H)		8 (2M, 6H)	1 (1H)	3 (1M, 2H)	23 (4M, 19H)
C	Artigos que discutem a participação feminina na ciência.		1	1		2		4

FONTE: El Jamal e Guerra (2020, p.317)

Na categoria A, as autoras El Jamal e Guerra (2020) enquadraram os trabalhos que continham o nome de um(a) cientista no título ou nas palavras-chave. De 49 trabalhos selecionados para a categoria A, apenas 11 apresentam a história ou um excerto biográfico de uma cientista, enquanto os outros 38 artigos apresentam a história de um cientista. A vida de Marie Curie é tema de 5 trabalhos desta categoria. De acordo com El Jamal e Guerra (2020), a desproporcionalidade entre o número de trabalhos que apresentam figuras masculinas em relação aos que destacam figuras femininas é também reforçada pelo fato de não encontrarmos diversidade de protagonistas entre os onze trabalhos que se referem às mulheres na ciência.

Dentre os 5 artigos na categoria A que tratam de Marie Curie encontramos o estudo desenvolvido por Reis e Derossi (2014)[17] que apresenta a primeira aula ministrada pela cientista sobre o conceito de vácuo, em sua cooperativa educacional para alunos de educação básica. Em outro artigo, também de Reis e Derossi (2019)[18], são apresentados os obstáculos de gênero enfrentados por Marie Curie na sua trajetória como cientista. O artigo de Nascimento e Braga (2011)[19] comemora o centenário do prêmio Nobel da

[17] Reis, Ivoni; Derossi, Ingrid. O Ensino de Ciências por Marie Curie: Análise da Metodologia Empregada em sua Primeira Aula na Cooperativa de Ensino. Revista Química Nova na Escola, v. 36, n. 2, p.88-92, 2014.
[18] Derossi, Ingrid N.; Reis, Ivoni. Uma educadora científica do século XIX e algumas questões sexistas por ela enfrentadas: Marie Curie superando preconceitos de gênero. Educación Química, v.30, n.4, p.89-97, 2019.
[19] Nascimento, Cássius K.; Braga, Joao P. Aspectos históricos da visita de Marie Sklodowska Curie a Belo Horizonte. Química Nova, v.34, n.10, p.1888-1891, 2011.

cientista e traça uma biografia de Marie Curie, abordando aspectos históricos da visita da cientista e sua filha a Belo Horizonte, em 1926. Os autores chamam as descobertas de Marie Curie de "grande revolução", exaltando-a enquanto exemplo excepcional de dedicação e perseverança no desenvolvimento da ciência. No artigo de Martínez-Reina e González (2013)[20], encontramos novamente uma biografia de Marie Curie, utilizando selos postais emitidos por diferentes países de 1938 a 2011. E o trabalho de Páez (2013)[21] exalta Marie Curie, mencionando seus prêmios, títulos e medalhas, e critica a distorção que é feita sobre a imagem da cientista quando a retratam como mulher triste e mera assistente do marido Pierre Curie.

Outras mulheres além de Marie Curie são apresentadas nos demais trabalhos. Dentre elas, estão a farmacêutica mexicana Esther Luque Muñoz (1885-1944); a líder de um grupo de químicos e teosofistas no final do século XIX, Annie Besant (1847-1933); a ilustradora e escritora com grande papel na divulgação do conhecimento científico no século XIX, Jane Marcet (1769-1858); a ilustradora Marie Anne Lavoisier (1758-1836); as químicas Rosalind Elsie Franklin (1920-1958) e Karen Wetterhahn (1948-1997); as vencedoras do Nobel de Fisiologia ou Medicina, Rita Levi-Montalcini (1909-2012) e Françoise Barré-Sinoussi (1947); e as vencedoras do Nobel de Química, Irène Joliot-Curie (1897-1956), Dorothy Crowfoot-Hodgkin (1910-1994) e Ada E.Yonath (1939).

Ao contrário dos artigos destinados às mulheres, em todos os artigos da categoria A que citam cientistas homens, os títulos são compostos pelo nome do cientista em questão (EL JAMAL; GUERRA, 2020). Só na revista mexicana Educación Química, 21 publicações apresentam a biografia de um cientista. Esses trabalhos exaltam os protagonistas masculinos. De acordo com as autoras El Jamal e Guerra (2020), nessas publicações, os cientistas citados parecem ter criado teorias científicas sozinhos e a cargo de suas "genialidades".

Na categoria B, foram enquadrados os trabalhos que continham o termo História da Ciência ou História da Química no título ou nas palavras-chave (EL JAMAL; GUERRA, 2020). Dentre um total de 23 trabalhos selecionados para a categoria B, apenas 4 utilizam uma historiografia de História da Ciência que revela a participação feminina

[20] Martínez-Reina, Marlon; González, Eliseo. Historia y didáctica de la química a través de sellos postales: un ejemplo con Marie Curie. Educación química, v.24, n.1, p.71-78, 2013.
[21] Páez, Adela Muñoz. Marie Sklidowska-Curie y la radioactividad. Educación química, v.34, n.2, p.224 – 228, 2013.

na ciência, enquanto 19 artigos apresentam homens como protagonistas da história da ciência. Além disso, apesar de 4 artigos da categoria B mencionarem a participação feminina na História da Ciência, 3 deles mencionam apenas os sobrenomes de Marie Curie ou de sua filha Irène e os autores as associam aos de seus maridos (EL JAMAL; GUERRA, 2020). O trabalho de Lima (2011)[22] traça um panorama geral dos estudos que contribuíram para a radioatividade, citando os trabalhos do "casal Curie". Segue o mesmo caminho o artigo de Bassalo e Farias (2019)[23], que leva no título a expressão "O Casal Curie". E outro artigo de Bassalo e Farias (2013)[24], que menciona Iréne Curie, ocultando seu nome em "casal Joliot-Curie" (p.112). Essa forma de referenciar Marie Curie e Pierre Curie é o que a literatura feminista destaca como uma narrativa histórica que reforça a ideia de masculinidade no meio científico (KELLER, 1985).

Na categoria C estão os artigos que utilizam a temática do gênero como objeto de estudo, sem utilizar exemplos específicos de um episódio histórico ou uma cientista (EL JAMAL; GUERRA, 2020). Entretanto, ainda são poucos os trabalhos que apresentam essa questão como tema principal e se apoiam em lutas feministas. Em um total de 76 artigos, apenas 4 foram selecionados para essa categoria. As autoras El Jamal e Guerra (2020) apontam para a necessidade de desenvolvimento de mais trabalhos como os enquadrados na categoria C, porque esses trabalhos denunciam a desigualdade de gênero na ciência e sociedade.

2.2 - Discussão dos resultados

Nessa seção discutiremos os resultados observados na revisão bibliográfica realizada por El Jamal e Guerra (2020). Podemos inferir que apenas 20% dos artigos selecionados trazem a participação feminina na ciência, o que significa que a quantidade

[22] Lima, Rodrigo da S.; Pimentel, Luiz C. F.; Afonso, Júlio C. O. Despertar da Radioatividade ao Alvorecer do Século XX. Química Nova na Escola, v.33, n.2, p.93-99, 2011.

[23] Bassalo, José M. F.; Farias, Robson F. O Casal Curie, a descoberta dos elementos radioativos e outras histórias. ReBEQ, v.14, n.1, 2019.

[24] Bassalo, José Maria F.; Farias, Robson F. A "Alquimia" de Rutherford e as Descobertas do Próton, do Nêutron, da Radioatividade Artificial e da Fissão Nuclear. ReBEQ, v.8, n.1, p.111-115 2013.

de publicações sobre a participação feminina na ciência é desproporcionalmente ínfima comparada com aquelas que tratam da participação masculina. Além disso, El Jamal e Guerra (2020) também inferem que o baixo número de ocorrência de trabalhos encontrados para a categoria B indica que a História da Ciência vem sendo pouco utilizada nas revistas de ensino na última década.

A revisão da literatura também mostra que a maioria das mulheres citadas na história da química são as vencedoras do prêmio Nobel. No trabalho de Páez e Garritz (2013)[25], apesar de privilegiar as vencedoras do Nobel, é possível perceber que essas mulheres tiveram oportunidades de estudar e condições familiares favoráveis para seguir a carreira acadêmico-científica. A realidade social e a condição financeira de cada vencedora do Nobel variavam, mas a maioria dispunha de algum recurso para estudar em boas universidades. Dorothy Hodgkin (1910-1994) ingressou em Oxford, em 1928. Rita Levi-Montalcini (1909-2012), fazia parte de uma família de classe alta e retornou a Turim após a invasão alemã (1940), onde estudou medicina na Universidade de Turim. E Ada Yonath (1939) também frequentou bons espaços de formação desde o seu bacharelado em química na Universidade Hebraica de Jerusalém (EL JAMAL; GUERRA, 2020).

Nos artigos da categoria B em que Marie e Irène Curie são ambas referenciadas como "o casal Curie", destaca-se uma categoria de análise comum na história da ciência, a complementariedade sexual (KELLER, 1985; PUGLIESE, 2012). A complementariedade sexual na história da ciência refere-se ao fato de que o casamento com um cientista pode ser um meio para que mulheres alcancem suas aspirações científicas, sejam mais bem aceitas no meio acadêmico-científico e, portanto, reconhecidas por conta de seus trabalhos em conjunto com um homem. A complementariedade sexual pode ser tanto um caminho para as mulheres ocuparem lugares incomuns ao gênero, quanto uma forma de apagamento da participação feminina na ciência (KELLER, 1985). É verdade que para essas mulheres o trabalho em casal as permitiu ocupar espaços científicos vistos como exclusivo aos homens, entretanto, essa fusão do nome da cientista com o nome do casal reforça a desigualdade de gênero na ciência. Essa categoria de análise será retomada adiante.

[25] Páez, Adela Muñoz; Garritz, Andoni. Mujeres y química Parte IV: De la antigüedad al siglo XX y XXI. Educación química, v.24, n.3, p.326-334, 2013.

Um resultado fundamental da revisão na literatura feita por El Jamal e Guerra (2020), que implica tanto o objetivo da dissertação quanto a pesquisa do capítulo 3, é a reincidência de Marie Curie nas poucas publicações que tratam a participação feminina na ciência. A revisão bibliográfica nos apontou que dentre 20% de trabalhos que trazem a participação feminina na ciência, Marie Curie é protagonista de 8%. A cientista ganha destaque e é um dos únicos exemplos femininos na literatura. Esse resultado fortalece a defesa do trabalho de que a visibilidade da cientista é uma exceção por não ser proporcional à quantidade de exemplos masculinos diferentes, apresentados na história da ciência e encontrados na revisão.

Em linhas gerais, os resultados da revisão apontam que mulheres na química e na ciência são exceções. Na última década de publicações, os protagonistas da construção do conhecimento científico parecem ser apenas sujeitos masculinos e atores sociais. Esse resultado leva à questão: A ciência é masculina ou a historiografia é masculina? De acordo com El Jamal e Guerra (2020), a resposta é ambos. Isto porque embora um exame cuidadoso da história da ciência não revele equidade de gênero ao longo do processo de construção da ciência, uma historiografia não masculina é capaz de discutir sobre a invisibilidade feminina na construção do conhecimento científico (MOURA; GUERRA, 2016).

Na impossibilidade de um exame cuidadoso da história da ciência revelar equidade de gênero, El Jamal e Guerra (2020) lançam uma pergunta: se o raciocínio científico é uma competência que todos podem alcançar, então, por que as mulheres parecem estar de fora da história da ciência? Os trabalhos de Derossi e Reis (2019) de Páez e Garritz (2013) de Gonzalez e Muñoz-Castro (2015)[26] mostram como a dificuldade de fazer ciência para uma mulher está associada à desigualdade de gênero, à responsabilização feminina pelos trabalhos domésticos, à complementariedade sexual e à ausência de condições materiais. Portanto, o fato de mulheres estarem em menor proporção na História da Ciência, nos leva a questionar que muitas mulheres ficam de fora da ciência, devido às condições desfavoráveis para as mulheres no patriarcado, trazidas no capítulo 1.

[26] Gonzalez, Johanna Camacho; Muñoz-Castro, Alvaro. Woman in chemistry. Jane Marcet, a relevant figure in chemistry education. Química Nova, v.38, n.10, p.1374-1378, 2015.

2.2.1 - Implicações dos resultados da revisão na literatura para a pesquisa

Destacamos na seção anterior que os resultados apontam um número desproporcionalmente menor de publicações sobre a participação feminina na ciência em comparação aos que destacam a participação masculina, indicando um cenário no qual tanto a ciência quanto a historiografia da ciência são predominantemente masculinas. As mulheres apresentadas como produtoras de ciência, em geral, trabalharam na Europa e tiveram boas condições de estudo. Os resultados indicam, também, que nos últimos anos aumentou o número de trabalhos que discutem a presença de mulheres na ciência e que denunciam a desigualdade de gênero. Entretanto, a discussão ainda é pouco diversa e não foram encontradas menções a mulheres negras e latinas como participantes da ciência.

A menção de episódios da História da Ciência protagonizados por homens não apresenta uma imagem da ciência compatível com a identidade de muitas alunas. De acordo com Carlone *et al* (2015) e Brickhouse (*et al* 2000; 1994), esse resultado é prejudicial para educação em ciências feminina. A invisibilidade ou a ausência de exemplos femininos diversos na educação em ciências não incentiva as meninas com interesses científicos.

A análise da revisão bibliográfica aponta ser difícil promover a construção de identidades femininas na ciência, já que são poucos os exemplos relatados na educação em ciências pelos quais as mulheres e estudantes poderiam se reconhecer (CARLONE *et al*, 2015). E, ainda assim, a realidade social dos poucos exemplos de cientistas encontrados pode ser muito distante da realidade social de uma aluna brasileira. Por exemplo, ainda que o excerto biográfico de Jane Marcet e Marie Curie deixe claro os obstáculos de gênero enfrentados por ambas, Jane recebeu uma educação particular típica de classe alta e Marie saiu da casa dos pais para seguir seus estudos em Paris, ambas se casaram com homens da área e ocuparam espaços de prestígio.

Sob a perspectiva da identidade cultural na educação em ciências, defende-se a necessidade de abordar exemplos femininos na História da Ciência (HC) para a educação em ciências. Entretanto, reconhecemos que os exemplos de mulheres são pouco diversos e insuficientes para representar as condições da maioria das estudantes (capítulo 4). No

capítulo 3, portanto, desenvolvemos uma pesquisa histórica, à luz da HCC, sobre o caso Marie Curie, procurando discutir algumas as condições que possibilitaram aquela mulher fazer ciência e se tornar visível como a cientista. De forma análoga, é possível compreender a invisibilidade de outras mulheres na ciência.

3- O caso Marie Curie na História Cultural da Ciência

O resultado da revisão da literatura apresentado no capítulo 2 indica a reincidência de Marie Curie como exemplo de mulheres na ciência. A cientista, que transformou a radioatividade em um dispositivo experimental[27] relevante para todo o mundo, é conhecida como uma das mulheres mais importantes da história do ocidente moderno. E foi a primeira mulher que conquistou representatividade para além do mundo científico, sendo muitas vezes lembrada pelos movimentos feministas, segundo Pugliese (2009).

Na revisão da literatura encontramos o artigo de Robson Farias (2001)[28] que destaca as vencedoras do prêmio Nobel em Química, Marie Curie e sua filha Irène Joliot-Curie, apontando uma visão otimista de que há mulheres na ciência e de que o feminismo mudou a ciência. Entendemos que esse otimismo acaba por ocultar o fato de que mulheres visíveis na história da ciência estão em uma proporção ínfima, ou seja, são casos de exceção. Resolvemos, dessa forma fazer uma pesquisa histórica sobre o caso Marie Curie para compreender o que tornou a cientista visível.

A historiadora Marry Terrall (2006) afirma que a História da Ciência é uma narrativa construída por pesquisadores, e não uma cópia fiel da realidade. Essa narrativa pode ser construída com objetivos específicos. Terrall (2006) não espera uma biografia única sobre algum cientista, mas sim como a história contada sobre o cientista opera com o público. A importância da narrativa histórica sobre o caso Marie Curie construída no presente trabalho, tem mais a ver em como opera com o nosso público (estudantes, professores e pesquisadores), com o objetivo de que esse público compreenda as condições que levam mulheres à visibilidade na Ciência, do que em ser uma "biografia única" sobre a cientista.

Na seção 3.1 faremos uma abordagem histórica sobre o caso Marie Curie, que inclui a vida da cientista, sua trajetória e a consolidação da radioatividade. Na seção 3.2

[27] Dispositivo experimental é o termo encontrado no trabalho de Gabriel Pugliese (2009; 2010) e abrange tanto o material quanto os métodos. A criação do dispositivo experimental de Marie Curie foi possível porque a cientista tece acesso aos trabalhos de outros pesquisadores, como os trabalhos de Henri Becquerel sobre os raios de urânio. Logo, a pesquisa de Marie Curie apresenta materialidade e, portanto, é mais que um método.

[28] Farias, Robson F. As Mulheres e o Prêmio Nobel de Química. Revista Química Nova na Escola, n. 14, p. 28-30, 2001.

abordaremos as práticas científicas exploradas no caso Marie Curie. Esta abordagem é construída sob a lente historiográfica da História Cultural da Ciência de Pimentel (2010) e Moura e Guerra (2016), que dá luz às práticas científicas que foram fundamentais na trajetória de Marie Curie e na consolidação da radioatividade.

3.1 - O caso Marie Curie

A cientista com o nome original de Maria Salomea Sklodowska (1867-1934)[29] nasceu em Varsóvia, capital polonesa que era parte do Império Russo. Nos anos de 1772 a 1795, o território polaco foi dividido entre o Reino da Prússia, o Império Russo e a Áustria. Portanto, Maria Sklodowska vivia na Polônia enquanto colônia, que recuperou sua independência apenas no final da Primeira Guerra, em 11 de novembro de 1918, quando a cientista já estava na França.

Seu pai, Wladislaw Sklodowski (1832-1902), era professor de física e matemática e sua mãe, Bronislawa Sklodowska (1835-1878), diretora de uma escola para meninas. Ambos eram envolvidos com o ensino de ciências e tinham em casa laboratórios improvisados para suas atividades de ensino (QUINN, 1997). Os pais de Maria eram convictos da importância da educação, mesmo em um contexto no qual a cultura e o nacionalismo polonês estavam sendo duramente reprimidos pelo Império Russo (QUINN, 1997). Apesar desse contexto de intimidação e opressão, Marie que já era estimulada pela ciência em casa, se destacava como a melhor aluna da turma na sua escola e formou-se aos 15 anos em primeiro lugar em todas as matérias. Segundo Pugliese (2012), na Polônia tomada pelos russos as mulheres só conseguiam frequentar as "universidades voadoras", que eram universidades clandestinas frequentadas em sua maioria por mulheres que sonhavam continuar seus estudos. Nelas, o objetivo era preparar as polonesas para as poucas universidades no estrangeiro que aceitavam mulheres. Essas universidades influenciadas pelo positivismo e patriotismo no qual a ciência era uma forma de

[29] Maria Salomea Sklodowska é o nome utilizado para referir-se à cientista em contextos que precedem o casamento com Pierre Curie.

libertação. Um exemplo de "universidade voadora" era a *Flying University*, que operou de 1885 a 1905 em Varsóvia, cidade sob o controle do Império Russo (QUINN, 1997).

A cientista começou seus estudos científicos na *Flying University*. Entretanto, para continuar os estudos, Maria Sklodowska teria que sair de seu país. Aos 10 anos perdeu a mãe de tuberculose e aos 24 anos, finalmente, ela partiu para Paris (QUINN, 1997). Maria Sklodowska seguiu sua irmã mais velha Bronislawa Dluska (1985-1939)[30] para estudar física e matemática na Universidade Paris-Sorbonne (1971–2017), anteriormente parte constitutiva da Universidade de Paris IV. Maria Sklodowska se matriculou na Universidade mesmo com poucos recursos, era governanta para custear parte dos estudos de sua irmã em medicina e teve ajuda de seu pai para a migração (QUINN, 1997).

Antes de alugar um sótão perto do *Quartier Latin*, bairro que por ser próximo à Universidade de Paris era residido por muitos estudantes e intelectuais, Maria Sklodowska morou com a irmã e o cunhado. Em 1893, concluiu graduação em Física, Química e História Natural, e começou a trabalhar no laboratório industrial do seu professor Gabriel Lippmann (1845-1921). Enquanto isso, continuou com os estudos e, com a ajuda de uma bolsa de estudos oferecida para alunos estrangeiros e de excelência[31], conseguiu uma segunda graduação na Sorbonne, em matemática, no ano de 1894.

De acordo com Pugliese (2012), Maria Sklodowska iniciou sua carreira científica em Paris com estudos das propriedades magnéticas de diferentes tipos de aço, estudos estes encomendados pela Sociedade de Encorajamento da Indústria Nacional (*Société d'encouragement pour l'industrie nationale*). No ano em que começou sua carreira científica, ela conheceu Pierre Curie (1859-1906). O interesse de ambos pelas ciências naturais aproximou o casal. Pierre era professor na Escola de Física e Química, a *École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris* (ESPCI). Eles foram apresentados pelo físico polonês Józef Wierusz-Kowalski (1866-1927), que ouvira que Maria Sklodowska procurava um espaço mais amplo para seus estudos em laboratório e pensou que Pierre poderia ajudar a jovem. Apesar de Pierre não possuir um laboratório grande, ele disponibilizou um espaço de seu laboratório (PUGLIESE, 2012). A Escola de Física e Química em que Pierre lecionava não era uma instituição que fazia parte das mais

[30] Maria Sklodowska obteve bastante apoio de sua irmã em Paris para seguir com seus estudos. Assim que migrou à Paris, Maria morou com sua irmã (CURIE, 1944).

[31] Falaremos sobre isso nas seções sobre as Universidades na França e a educação feminina.

prestigiosas da França. Entretanto, era um ambiente mais informal onde Pierre seguia seus interesses científicos com mais liberdade e menos rodeado pela política acadêmica (CARLOS; GUIMARÃES; LOPES, 2016).

Maria Salomea Sklodowska era apenas polonesa até que na França republicana, em julho de 1895, casou-se com Pierre Curie, passando, então, a ser chamada de Marie Curie. Nesse ano, Pierre era um físico que tinha acabado de ganhar notoriedade por suas pesquisas em eletromagnetismo. Os poloneses não tinham o mesmo prestígio que franceses e, ao casar-se com Pierre, a cientista torna-se conhecida por um nome francês, o que lhe conferia um novo "status étnico"[32]. Segundo Pugliese (2012), apesar do sotaque de Marie Curie, seu novo sobrenome fazia esquecer, por vezes, sua origem polonesa e, por outras, atiçava os patriotas eugenistas. As relações de poder que envolviam a nacionalidade polonesa de Marie Curie revelavam suas contradições. O jornal francês *L'éclair*, uma publicação eugenista, em 1903 retratou essas contradições:

> A supremacia da França não se deve à organização ou à assistência que o trabalho científico recebe em nosso país. Relaciona-se unicamente com a especial forma de inteligência, com a capacidade de duvidar metódica e desinteressada que caracteriza a mente francesa. [...] Marie Curie nasceu polonesa e é francesa por adoção. Ela adquiriu um doutorado em física aqui e trabalhou como professora de Sèvres. Então, não vamos sofismar sobre questões de nacionalidade. (apud PUGLIESE, 2009, p.128)

Nas palavras de Pugliese (2009), o "afrancesamento" da cientista tornou-se necessário para o sucesso de sua trajetória, já que os poloneses eram vistos como inferiores em um contexto em que a Polônia era colônia dos russos. Na institucionalização da cientista na Universidade de Paris e na Ciência, seu casamento com Pierre Curie teve um papel relevante tanto em seu "afrancesamento", quanto na introdução de Marie Curie ao ambiente acadêmico, visto que Pierre tinha relações sociais importantes no meio acadêmico científico, no qual já estava inserido por mais tempo. (PUGLIESE, 2012).

Marie Curie teve brilhante desempenho durante as duas graduações (CURIE, 1944). Sua ideia era voltar para Varsóvia com seus certificados, para se tornar professora, onde seu pai a aguardava. Mas a paixão por Pierre e a insistência de Pierre para que

[32] Marie Curie não muda sua etnia ao casar-se, contudo, seu novo nome e nacionalidade após a união com Pierre Curie, lhe conferiram um afrancesamento e consequentemente maior visibilidade. A Polônia, em condição de colônia, não gozava do mesmo prestígio e de grande produção de conhecimento científico, como a França.

permanecesse em Paris a fez abandonar seus planos de retorno à Polônia e fazer doutorado em Paris (CARLOS; GUIMARÃES; LOPES, 2016).

Em 1896, já casada, Marie Curie adquirira o certificado para ministrar aulas para o ensino secundário de meninas (QUINN, 1997). Nesse período, o sistema de ensino francês estava passando por algumas mudanças[33]. Apesar de limitar os saberes que deveriam ser aprendidos pelas mulheres, a institucionalização da educação feminina no país era uma grande novidade (QUINN, 1997). As novas escolas voltadas à educação feminina procuravam professores das grandes Universidades e Faculdades francesas (WEISZ, 1983). De posse do certificado que a autorizava a atuar no ensino secundário, em 1900, Marie Curie ingressou como a primeira mulher a participar do corpo docente da escola de Sèvres. Essa era uma escola tradicional e pequena no interior de Paris, fundada em 1881, uma das pioneiras em ensino público secundário para meninas na França e que contava com professores da Universidade Sorbonne e do Collège de France (QUINN, 1997). Marie Curie sofria discriminações por ser estrangeira na França e suas próprias alunas caçoavam de seu sotaque (PUGLIESE, 2012).

A cientista, imersa desde criança entre as preciosas aulas particulares e as aparelhagens de física do pai, era francamente encantada pela ciência, em ensinar e aprender as ciências naturais. Assim, como professora, ela seguiu o caminho de seu pai e se dedicou à elaboração de aulas, nas quais considerava a realização de experimentos uma importante ferramenta para a aprendizagem de conceitos básicos da física, como a densidade do mercúrio e o conceito de vácuo. Em 1907, Marie Curie, junto a um grupo de estudiosos de ciências de Paris, decidiu criar uma cooperativa de ensino, na qual cada um dos cientistas, todos com filhos em idade escolar, ficaria responsável por ministrar uma disciplina e os alunos assistiriam a uma aula por dia (CURIE, 1944). O fichário de uma de suas alunas, Isabelle Chavannes (2007), apresenta dez aulas experimentais dadas por Marie Curie em 1907 para crianças de 7 a 13 anos.

Além da candidatura à escola de Sèvres, a decisão de permanência em Paris levou Marie Curie a buscar um tema de pesquisa para seu doutorado (PUGLIESE, 2012). Nessa trajetória, algumas pesquisas tiveram papel fundamental antes de Marie Curie anunciar a existência da radioatividade. É preciso, portanto, delinear algumas principais

[33] Falaremos sobre isso nas seções seguintes sobre as Universidades na França e a educação feminina.

controvérsias que acompanharam a construção da radioatividade e a emersão do tema de doutorado na vida da cientista.

Acompanhamos a pesquisa de Pugliese (2009) sobre as controvérsias em meio às quais desenvolve-se os estudos iniciais de radioatividade. Como conta Pugliese (2009), em 1895, o cientista alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) detectou em seus experimentos um fenômeno desconhecido do qual nomeou de Raios X. Ele concedeu uma entrevista alguns dias após a divulgação da descoberta, disponível em Martins (1998a, p. 375). Na época, sabia-se que certos materiais emitiam luz quando expostos a raios catódicos, o que Röntgen deixava claro em sua entrevista. O tubo de raios catódicos, construído pelo inglês William Crookes (1832-1919), anos antes, foi utilizado por Röntgen em suas pesquisas.

Röntgen, experimentando como funcionavam os Raios X, começou a tentar produzir fotografias e, numa delas, percebeu o contorno dos ossos de seus dedos. Levou sua esposa ao laboratório e fotografou sua mão esquerda com os Raios X, o que se transformou numa das mais famosas imagens da história das ciências (PUGLIESE, 2012). A natureza dos Raios X era desconhecida e foi objeto de especulações diferentes.

Logo, os enigmáticos Raios X saíram do pequeno laboratório em Würzburg, na Alemanha, para chegarem a grandes laboratórios de outras partes da Europa. Pugliese (2009) afirma que "em menos de um ano, mais de mil comunicações científicas foram publicadas sobre o assunto, e os Raios X passaram a ser o grande tema de pesquisa na Física" (p.34). Muitos jornais e revistas divulgaram as pesquisas, dando a elas um respaldo popular. Foi assim que o tema dos Raios X circulou da Alemanha à França, despertando o interesse de outros pesquisadores, dentre eles, Henri Becquerel (1852-1908), Pierre Curie e Marie Curie, permitindo, assim, novos campos de estudos e novos resultados na ciência.

Na Inglaterra e na França, já no mês de janeiro de 1896, outros cientistas repetiram os experimentos publicamente nas academias de ciências de seus países. Joseph Thomson (1856-1940), na Inglaterra, e Dragomir Hurmuzescu (1865-1954) na França, notaram a falta de homogeneidade da radiação, o que poderia levar a crer que existiam diferentes tipos de Raios X. Joseph Thomson concluiu que os Raios X eram capazes de descarregar eletroscópios, isto é, tornar o ar um bom condutor de energia, e comunicou esse resultado, no dia 27 de janeiro de 1896, à Academia de Ciências de Paris (PUGLIESE, 2009).

No laboratório, o cientista alemão Röntgen produziu um dispositivo experimental para os Raios X que consistia em experimentos que fizeram com que os raios invisíveis se tornassem visíveis (PUGLIESE, 2012). A partir desse dispositivo experimental, outros cientistas dedicaram suas pesquisas para o mesmo tema, com diferentes instrumentos e substâncias, gerando diferentes significados e resultados, mas que convergiam (PUGLIESE, 2012). Eles observaram que os materiais fosforescentes emitiam Raios X quando iluminados. Mas, de acordo com as relações entre as substâncias, ainda houve outra informação importante nos experimentos: mesmo sendo colocado em lugar escuro após a exposição aos raios do sol, o material fosforescente continuava a emitir radiações (MARTINS, 1998a).

Durante essas pesquisas foi possível emitir, cada vez mais rapidamente, as "fotografias de Röntgen". Se elas necessitavam de vários minutos nos primeiros experimentos, a intensificação dos Raios X por meio da luminosidade diminuiu o tempo da sensibilização das chapas fotográficas. Em menos de dois meses da descoberta dos Raios X, técnicas começaram a ser exploradas na medicina, abrindo todo um campo novo para as pesquisas (PUGLIESE, 2009). Mais tarde, com o trabalho de Marie Curie, as aplicações técnicas da radioatividade também ressoaram para a medicina.

O estudo sobre os Raios X orientou boa parte dos estudos científicos da época, inclusive os do francês Henri Becquerel (1852-1908). Conforme conta Pugliese (2009), os raios misteriosos foi um tema que tomou cada vez mais importância. Isso deu lugar a um movimento científico que fez com que muitos artigos sobre os raios fossem escritos e publicados em diferentes periódicos científicos.

Como os experimentos eram de muito fácil acesso, muitos cientistas começaram a reproduzir os experimentos iniciais de Röntgen (PUGLIESE, 2012). Um dos principais cientistas a fazer isso foi Henri Becquerel, membro da Academia de Ciências de Paris. Henri Becquerel interessou-se pelo fenômeno dos Raios X devido à proximidade com os fenômenos estudados pelo seu pai, Alexandre-Edmond Becquerel (1820-1891), que era membro de uma famosa família de cientistas franceses e conhecido por suas pesquisas com radiação ultravioleta, fosforescência e fluorescência (MARTINS, 1998b).

Amparado por um sobrenome de respeito no meio acadêmico-científico, Henri Becquerel teve o financiamento necessário para comprar equipamentos e substâncias

para realizar os experiementos planejados (PUGLIESE, 2009). O laboratório que estava à sua disposição, o Museu de História Natural, do qual seu pai era presidente e Henri funcionário, era dos mais equipados da Europa. Os materiais e instrumentos ali disponíveis eram os melhores da época (PUGLIESE, 2009). Nesse ambiente, Becquerel começou a fazer suas experiências.

Pugliese (2009) aponta que um percurso muito conveniente desta corrida científica em relação aos Raios X era experimentar se outras substâncias fosforescentes também sensibilizavam as chapas fotográficas quando iluminadas. Muitas repetições foram feitas nesse sentido, o que pôde ser observado nas comunicações escritas pelos próprios cientistas envolvidos. As pesquisas deram aos sais de urânio um estatuto de hiperfosforescentes, o que ficou conhecido como raios Becquerel ou raios do urânio, que apresentavam diferenças em relação aos Raios X.

Becquerel (1896b, p.503) relatou seus experimentos na revista científica da Academia de Ciências de Paris. A princípio, Becquerel acreditava que os sais absorviam a radiação solar e, por isso, os deixou expostos ao sol. Entretanto, o único sal que provocou o fenômeno da imagem na chapa fotográfica foi justamente aquele que ele não havia deixado exposto ao sol para "guardar a radiação". Não sabia a princípio o que havia nesse minério, mas depois concluiu que era o urânio, que emitia uma radiação diferente da radiação solar. A contribuição de Becquerel nessa comunicação significou separar a fosforescência produzida pela excitação de luz da radiação produzida pelo urânio (PUGLIESE, 2009). Ou seja, Becquerel percebeu que, em contato com os sais de urânio, as chapas fotográficas eram sensibilizadas mesmo sem a ação da luz solar.

Depois dos primeiros experimentos de Becquerel terem sido divulgados na Academia de Ciências de Paris, outros cientistas também pesquisaram os sais de urânio e publicaram seus trabalhos. Ainda em março de 1896, pesquisas giravam em torno dos experimentos sobre os Raios X na Academia de Ciências de Paris, confirmando as observações anteriores (PUGLIESE, 2009). Foi pesquisando Raios X e, posteriormente, os raios Becquerel, que se chegou à radioatividade. As pesquisas e experimentações mencionadas até agora fizeram parte do caminho percorrido por Marie Curie, isto é, do caminho da radioatividade. Na Universidade de Paris, onde se conheceram, Marie Curie, Pierre Curie e Henri Becquerel trabalharam juntos a respeito de tais propriedades dos materiais que continham urânio, levando os três, após anos de pesquisa, ao prêmio

Nobel de Física por seus estudos sobre a radiação.

Ao desistir de retornar à Polônia e decidir prosseguir na França, Marie Curie inicia a busca de um tema de pesquisa. Dos campos que estavam em alta no período, havia os Raios X, mas havia uma enorme competição em torno do tema (PUGLIESE, 2009). Não era possível acompanhar os estudos que já estavam bastante avançados, e não seria fácil reproduzir os experimentos, uma vez que ela sequer tinha um laboratório. O próprio Röntgen havia sido um caso desses, que havia largado suas pesquisas por falta de recursos. Fora isso, havia outra questão que intrigava o casal no mais alto grau: os raios Becquerel. Parecia um tema ideal para Marie Curie tentar o doutoramento, principalmente porque havia muitas questões não respondidas. Sendo assim, Marie Curie decidiu que seu ponto inicial de pesquisa seriam os raios Becquerel (QUINN, 1997). Os trabalhos mais significativos a respeito eram os do próprio Becquerel e os de William Thomson (1824-1907).

A decisão de Marie Curie facilitava a tarefa de conseguir instrumentos para trabalhar, pois alguns cientistas haviam utilizado em suas pesquisas o método elétrico. Essa era exatamente uma das áreas em que trabalhavam Pierre e seu irmão, para a qual inventaram um aparelho de alto grau de precisão, o que fez de Pierre um físico reconhecido. Esse instrumento, o eletrômetro de quartzo piezelétrico, era capaz de medir muito bem a eletricidade gerada pelos raios do urânio (PUGLIESE, 2009).

Faltava a Marie somente um lugar para trabalhar, o laboratório que Pierre já usava não bastava. Então, Pierre solicitou à Academia de Ciências de Paris um laboratório para que eles trabalhassem. A Academia ofereceu um galpão de fundos da Escola de Física e Química Industrial de Paris (EPCI). Segundo Pugliese (2012), o espaço para que Marie Curie trabalhasse apenas foi cedido devido à amizade que Pierre tinha com o diretor da EPCI. Toda a política para se conquistar e montar um laboratório para Marie Curie fazer seu doutorado foi mediada pelo marido, que utilizou de seu prestígio no meio acadêmico (PUGLIESE, 2012). Já de início, Pierre auxiliou sua esposa tanto no que diz respeito a encontrar um espaço para instalar o laboratório, quanto em relação aos instrumentos que iriam compô-lo. Nesse contexto, Marie Curie já era mãe de Irène Curie (1897-1956), portanto, a localização do galpão na EPCI agradava ao casal, porque era próximo da casa em que morava, o que possibilitaria

Marie trabalhar ao mesmo tempo nos dois ofícios: científico e doméstico[34] (QUINN, 1997; CURIE, 1963).

Marie Curie começou suas pesquisas do ponto em que Becquerel havia parado. A parceria de Pierre Curie foi fundamental para a cientista obter um laboratório, composto por uma câmara de ionização, um eletrômetro de balança de quartzo piezelétrico e o minério de pechblenda, necessários para seu trabalho de pesquisa. Falaremos mais de seu percurso experimental na seção 3.2.3.

Além da busca por um espaço para as pesquisas experimentais de Marie Curie e da busca por financiamento para obter a pechblenda, Pierre Curie foi fundamental na divulgação dos resultados da cientista. O casamento abriu as portas para fazer as primeiras divulgações das pesquisas de Marie Curie. Pugliese(2012) chama de "política familiar acadêmica" a estratégia que fazia com que Marie, ao casar com um marido bem instalado no meio acadêmico, obtivesse as condições necessárias para participar das práticas científicas. O antropólogo discute que uma mulher casada era vista como respeitável e, sendo assim, conseguia um espaço no mundo da ciência assegurado pela "gentileza" de seus pares. No trecho de uma nota em que Marie Curie agradece pela bolsa da Academia de Ciências, pela ajuda da Sociedade Central de Produtos Químicos e por uma doação do banqueiro Barão de Rothschild (1840-1915), ela ressalta o trabalho conjunto com o marido.

> A quantidade de cloreto de rádio puro que eu isolei é insuficiente para poder fazer um estudo das propriedades do rádio puro. Entretanto, **nós** estamos muito felizes, **Sr. Curie e eu**, de ter obtido a prova da existência deste elemento, e ver assim confirmar as ideias que nos guiam em relação às pesquisas com substancias radioativas. (Curie, 1900 *apud* PUGLIESE, 2009, p.91, grifos nossos)

Pierre Curie deixou de lado seus estudos de eletromagnetismo para ajudar Marie na sua pesquisa, porque era um tema de interesse para o mundo e, a partir de então o trabalho não é mais conhecido entre os pares como o trabalho "de Marie Curie", mas sim, como trabalho "do casal Curie". A pesquisa era vista pelo meio acadêmico científico como uma pesquisa tanto de Marie Curie quanto de Pierre Curie (PUGLIESE, 2012). Como as mulheres eram pouco representadas na ciência e ficavam às sombras do

[34] O fato de Marie Curie ser mãe e cientista também nos leva a considera-la como uma exceção às "normas de gênero" reguladas pelo Patriarcado (SAFFIOTI, 2015; BUTLER, 2003).

masculino, o trabalho em casal contribuía para que o trabalho das mulheres não fosse esquecido (HARGITTAI, 2015).

Além disso, na nota acima destacada Marie Curie usa o pronome "nós". Entendemos que esse pronome mantém o feminino na invisibilidade, ao mesmo tempo permitia a Marie publicar seus resultados e obter credibilidade num universo masculino (KELLER, 1985). É dessa forma que, como conta Pugliese (2012), quando a cientista vira "o casal", a recepção dos estudos dos fenômenos pela Academia de Ciências de Paris foi maior. O pronome "nós" ou a expressão "o casal" transformaram a multiplicidade de gênero que compunha aquele trabalho laboratorial em "um", ocultando a mulher (KELLER, 1985; PUGLIESE, 2012). O masculino ocultava o componente feminino da dupla, isto é, quando se lê "o casal" a imagem do "um" é a de Pierre.

O ocultamento do nome de Marie Curie na forma de "o casal Curie" ocorreu em trabalhos encontrados na categoria B da revisão na literatura, apresentada no capítulo 2. Uma ocorrência do mesmo, menos atual, foi quando o cientista britânico Ernest Rutherford (1871-1937) respondeu aos artigos da Academia de Ciências de Paris referindo-se a Curie no singular, ocultando os demais colaboradores que fizeram parte da pesquisa, inclusive a própria Marie.

> [...]nenhuma menção é feita sobre a existência ou não de uma emanação de rádio e polônio, como acontece com os compostos de tório. **Curie** concluiu que os resultados obtidos se deviam a uma espécie de fosforescência, excitada pela radiação; ao passo que, no caso do tório, o autor mostrou que tal teoria é inadmissível. (Rutherford, 1900 *apud* PUGLIESE 2009, p.90, grifos nossos)

Posteriormente, a comissão do prêmio La Caze, em 1901, da Academia de Ciências de Paris também ocultou o protagonismo de Marie Curie ao referir-se a cientista como colaboradora de Pierre Curie:

> [...] a comissão concede por unanimidade o prêmio ao senhor Pierre Curie. A descoberta do rádio marcou de modo célebre no mundo inteiro o nome de senhor Pierre Curie, associado a sua eminente **colaboradora** Madame Curie. (La Caze, 1901 *apud* PUGLIESE, 2009, p.109, grifos nossos)

Além disso, tanto Pierre quanto Marie Curie citavam um ao outro em suas publicações. Em junho de 1903, na Sorbonne, Marie defendeu sua tese de doutorado com distinção e se tornou a primeira francesa a receber um doutorado. E na tese de Marie, ela considerava as controvérsias de Pierre e Rutherford e outros cientistas com muita reserva ao falar deles, provavelmente com medo de ser deselegante ou como estratégia para não expor Pierre, a quem seu nome estava sempre relacionado (PUGLIESE, 2012).

Em 1902, havia começado as movimentações na Academia de Ciências da Suécia, que tinha como prática fazer as indicações ao próximo prêmio Nobel. Susan Quinn (1997) conta que 24 físicos europeus foram solicitados pela Academia de Ciências da Suécia para indicar candidatos ao prêmio Nobel de Física de 1903. Dentre eles estavam os influentes Jean-Gaston Darboux (1842-1917), decano da Faculdade de Ciências da Sorbonne e membro da Sociedade Real de Londres, e o membro da Academia de Ciências da Prússia, Emil Warburg (1846-1931). Quase em unanimidade os físicos propuseram que o prêmio Nobel fosse concedido a Pierre e Marie Curie, junto com Becquerel e redigiram uma carta (QUINN, 1997). Contudo, Quinn (1997) destaca que, em 1903, o esforço para excluir Marie Curie das premiações cresceu na Academia de Ciências.

Em 1903, quatro membros da Academia de Ciências de Paris, Éleuthère Mascart (1837-1908), Gabriel Lippmann (1845-1921), Jean-Gaston Darboux (1842-1917) e Henri Poincaré (1854-1912), escreveram uma carta de indicação ao prêmio que ignorava Marie Curie. A carta afirmava que haviam sido indicados para o Nobel em Física de 1903, Henri Becquerel e Pierre Curie. O prêmio, segundo esses quatro cientistas, deveria honrar a descoberta da radioatividade, porém Marie Curie não foi mencionada na carta (QUINN, 1997).

Um dos mais influentes membros da Academia de Ciências da Suécia, o matemático Gustav Mittag-Leffler (1846-1927), veio à defesa de Marie Curie (QUINN, 1997). A palavra do matemático tinha valor no meio acadêmico-científico, onde revela-se a importância das relações socioinstitucionais: “elitista e monarquista, com gostos extravagantes, ele exercia o poder desde sua propriedade rural, servindo-se de relações muito influentes em seu país e exterior” (QUINN, 1997, p.206). Mittag-Leffler tinha simpatia por mulheres cientistas e se pronunciou a favor de Marie Curie. Em 1903, ao saber que Marie Curie fora excluída das indicações ao Nobel, Mittag-Leffler escreveu à Pierre Curie o informando do fato. E então, Pierre, em agosto de 1903, respondeu ao matemático Mittag-Leffler, enviando uma carta a Estolcomo:

> [...] se é verdade que pensam seriamente em mim, desejo muito ser considerado juntamente com Madame Curie, com relação à nossa pesquisa sobre corpos radioativos [...] Não acha que seria mais satisfatório do ponto de vista artístico se fôssemos associados dessa maneira? (Pierre Curie, 1903 *apud* QUINN, 1997, p. 207)

Dessa forma, a carta de 1902 da Academia de Ciências da Suécia foi ressuscitada e usada para indicar Marie Curie. A Comissão do Nobel entregou um relatório sobre o trabalho de Becquerel e dos Curie à seção de física da Academia de Ciências da Suécia (QUINN, 1997). Em novembro de 1903, o casal recebe uma carta da organização da Academia de Ciências da Suécia, convidando-os oficialmente a Estocolmo para receberem o prêmio Nobel e realizarem a aula pública, ou seja, a Conferência Nobel (QUINN, 1997). Contudo, Marie Curie não tinha possibilidade de ir à Suécia, pois além de estarem com muito trabalho – suas obrigações docentes, ela estava muito doente. Ela estava com seus primeiros sintomas da anemia aplástica, causada pela exposição à radioatividade, doença pela qual veio a falecer anos mais tarde. Além disso, em agosto de 1903, logo após defender sua tese de doutorado, Marie Curie sofreu um grande trauma ao abortar o bebê que esperava. Na época, ela escreveu uma carta à sua irmã mais velha, desabafando tristeza:

> [...] estou de tal forma consternada com esse acidente que não tenho coragem de escrever para ninguém. Fiquei tão acostumada com a ideia da criança que estou absolutamente desesperada e nada me consola. Escreva para mim, eu lhe suplico, se acha que devo atribuir esse acontecimento ao cansaço geral – devo admitir que não poupei minhas forças. Tive confiança em minha constituição e agora me arrependo amargamente, porque paguei muito caro por isso. A criança, uma menina, estava em boas condições e vivia. E eu a queria tanto! (CURIE, 1903 *apud* QUINN, 1997, p. 201)

Na Conferência Nobel, Pierre Curie (1905) inicia justificando a ausência de sua esposa. Ele reforça em seu discurso o trabalho em conjunto entre ambos, mencionando também outros cientistas importantes na trajetória das práticas experimentais. Veremos mais na seção 3.2.3.

O prêmio de 1903 estabeleceu uma imensa representação de Marie Curie na imprensa francesa (QUINN, 1997). Entretanto, Pugliese (2009) destaca que a divisão do prêmio Nobel de Física em 1903 causou revolta para alguns jornais feministas. Isso porque além das quatro primeiras medalhas de Marie Curie serem recebidos conjuntamente com Pierre Curie, seu primeiro prêmio Nobel também foi dividido com Pierre Curie e Henri Becquerel.

Um jornal feminista chamado *Le Radical*, publicou contra as versões de que Marie Curie era mera colaboradora do marido (PUGLIESE, 2009, p.128). Outros jornais feministas marcaram pontos em defesa de Marie Curie, como o jornal socialista e pró-mulheres chamado *L'Humanité,* e o jornal *L'Intransigeant* por mulheres ativistas, que

publicou uma nota sobre Marie Curie ser um ícone do movimento de mulheres. Afirmavam que anos antes, não seria sequer discutida a ideia de presença de mulheres na Faculdade de Ciências e após Marie Curie todos discutiam a presença de mulheres na ciência (PUGLIESE, 2009).

Após Pierre Curie ter morrido em um acidente, em 1906, Marie Curie é laureada sozinha com o prêmio Nobel de Química em 1911, honrando as descobertas dos elementos polônio e rádio. Quinn (1997) aponta que o segundo prêmio Nobel de Marie Curie também foi ameaçado, dessa vez por conta de um relacionamento de Marie com Paul Langevin (1872-1946), ex-aluno de Pierre. Marie já estava viúva, porém Paul era casado com Jeanne Langevin (1874-1970). Diante dos boatos sobre o relacionamento dos dois, os membros da Academia de Ciências da Suécia aconselharam não dar o prêmio a Marie.

Na Conferência Nobel de Marie Curie (1911a), ela conta o percurso de suas pesquisas e explica suas práticas experimentais, mais especificamente sobre a separação do rádio, como discutiremos na seção 3.2.3. Além de falar sobre o dispositivo experimental que criou, Marie Curie (1911a) faz referência a outros cientistas que a precederam e/ou sucederam nas pesquisas e deixa claro a participação do marido, ressaltando um trabalho em conjunto (HARGITTAI, 2015). Da mesma forma, o discurso de Marie Curie (1911b) no banquete Nobel, que sucede a premiação, também ressalta o trabalho em conjunto entre ela e Pierre Curie:

> Agradeço à Academia de Ciências pela grande honra que me prestou. Acredito que esta homenagem não seja dirigida apenas a mim. Por muitos anos, **Pierre Curie e eu** dedicamos todos os nossos dias a trabalhar em nossas descobertas conjuntas de rádio e polônio. Por isso, creio estar interpretando o pensamento da Academia no seu verdadeiro sentido, ao dizer que este Prêmio Nobel que acaba de ser concedido a mim é também uma homenagem ao nome de **Pierre Curie**. (CURIE, 1911b, grifos nossos)

Isso reflete a estratégia da complementariedade sexual, pelo fato de o trabalho em conjunto com seu marido Pierre Curie ter lhe proporcionado maior reconhecimento (KELLER, 1985; PUGLIESE, 2012; HARGITTAI, 2015). Podemos inferir que o fato de haver um homem ao lado da cientista, em um contexto, no qual a Faculdade de Ciências ainda contava com poucas mulheres, facilitou o enfrentamento dos obstáculos de gênero. Entretanto, Marie Curie não estava com Pierre somente em busca de reconhecimento. Ela amava seu marido e amava trabalhar ao lado dele; era uma dupla de pesquisa importante

para a cientista. A cientista começa a escrever um diário em 1906[35], logo após a morte de Pierre Curie, descrevendo sua dor e o desânimo para trabalhar no laboratório sem o marido. Destacam-se trechos desse diário do dia 1 de maio de 1906:

> Querido Pierre, que nunca mais verei, quero falar-te no silêncio deste laboratório, onde eu não imaginava ter de viver sem ti. [...] Na manhã do domingo seguinte à tua morte fui ao laboratório pela primeira vez, com Jacques. Tentei fazer uma medição, para uma curva da qual cada um de nós havia traçado alguns pontos. Mas depois de um tempo me senti impossibilitada de continuar. No laboratório havia uma tristeza infinita, e o lugar parecia um deserto.[...] Há vezes em que parece que não sinto nada e posso trabalhar, depois a angústia vem, e com ela o desânimo. Oferecem-me que te suceda, meu Pierre, em teu curso e na direção de teu laboratório. Aceitei. Não sei dizer se isso é bom ou mau. Muitas vezes me disseste que gostarias que eu desse um curso na Sorbonne. E eu gostaria de fazer ao menos um esforço para continuar nossos trabalhos. Às vezes acho que assim será mais fácil viver; mas há momentos em que penso que sou louca por aceitar essa empresa. Quantas vezes não te disse que, se não te tivesse ao meu lado, provavelmente eu não trabalharia mais? Eu depositava em ti todas as minhas esperanças de trabalho científico e eis que não me atrevo a continuar sozinha. (CURIE, 1906 *apud* MONTERO, 2019, p.179)

Nesses trechos de seu diário, fica evidente que Marie Curie sofreu bastante com a morte acidental de Pierre. Sofreu por ter perdido seu amor, o pai de suas filhas e, também, o companheiro de trabalho. A cientista enfrentava intenso desanimo em continuar o trabalho no laboratório sem Pierre. E ao ocupar o posto do marido de professor na Universidade de Sorbonne, também se sentiu desolada.

No mesmo diário, com perceptível melancolia, Marie relembrava o último passeio da família por Saint-Rémy-lès-Chevreuse, antes da morte de Pierre. Em 30 de abril de 1906, Marie escreve no diário:

> [...] Lá no alto, mandamos Irène e **Emma** à fazenda, e seguimos pela direita, tu e eu, com Ève, em busca dos lagos com nenúfares dos quais nos lembrávamos. Os charcos estavam meio secos e não havia nenúfares, mas os tojos floresciam: nós os contemplamos admirados. Levávamos Ève no colo, primeiro um, depois o outro, principalmente eu. Sentamos junto a uma gérbera e eu tirei minha anágua para que não te sentasses diretamente no chão. Tu me trataste como se eu estivesse louca e me repreendeste, mas eu não me importava, tinha medo de que pegasses algo. Ève nos divertia com suas gracinhas. Por fim, **Emma** e Irène vieram ao nosso encontro. Ao longe se via a jaqueta de Irène; estava ficando tarde [...] (CURIE, 1906, *apud* MONTERO, 2019, p. 181, grifos nossos)

No trecho acima, o nome de Emma, a babá de suas filhas, é grifado. Sabe-se que Marie Curie contava com a ajuda de outras mulheres, babás para suas filhas, o que tornava

[35]O diário de Marie Curie (1906) é apresentado na íntegra no apêndice livro de Rosa Montero (2019).

suas possibilidades de trabalho fora de casa ampliadas. Nessas memórias, mencionava bastante Emma, mulher que ajudava com os trabalhos de cuidado da casa e dos filhos do casal. No seu diário, ela escreve que foi para St. Rémy com suas filhas, onde seria mais fácil passar os dias sem babá. Marie queria que Pierre Curie ficasse em St. Rémy com ela e as meninas, mas ele cismou em voltar ao laboratório. No dia 30 de abril de 1906, Marie descreve em seu diário a manhã final, o instante em que o marido foi embora de casa:

> [...] Parti para St. Rémy[36] na sexta-feira antes da Páscoa, era o dia 13 de abril, achei que faria bem a Irène e pensei que ali seria mais fácil cuidar de Ève sem a **babá**. Passaste a manhã em casa, segundo me lembro, e te fiz prometer que nos encontrarias no sábado à tarde. Saíste para o laboratório na hora em que íamos para a estação, e eu te repreendi por não teres te despedido de mim. No dia seguinte, eu te esperava em St. Rémy sem ter certeza de que virias. Mandei Irène ao teu encontro de bicicleta. Vocês dois chegaram, Irène aos prantos porque tinha caído e machucado o joelho. Pobre criança, seu joelho está quase bom, mas seu pai, que cuidou dele, já não está mais conosco [...] **Emma** voltou e tu a criticaste por não manter a casa bem o suficiente (ela havia pedido um aumento). Estavas saindo, tinhas pressa, eu estava cuidando das meninas, e foste embora perguntando em voz baixa se eu iria ao laboratório. Respondi que não sabia e pedi que não me atormentasses. E justo aí foste embora; a última frase que dirigi a ti não foi uma frase de amor e ternura. Depois, só te vi de novo morto. (CURIE, 1906 *apud* MONTERO, 2019, p. 179, grifos nossos)

Após um ano da morte de Pierre Curie, Marie escrevia sobre seu sofrimento. Dizia que sem vontade de viver iria apenas cumprir sua obrigação de ser mãe. Em 1906, Irène tinha então oito anos e meio a filha caçula tinha um ano e quatro meses. Marie teve ajuda de babás (Emma aparece em seus relatos no diário) durante a infância de suas filhas. Após a morte de Pierre, além de cuidar das filhas, Marie cuidava do sogro viúvo e envelhecido, como escreve no último relato de seu diário, em abril de 1907:

> [...] Faz um ano. Vivo para as tuas meninas, para o teu pai idoso. A dor é surda, mas segue viva. A carga pesa sobre meus ombros. Quão doce seria dormir e não acordar mais. Como são jovens minhas pobres pequeninas! Como me sinto cansada! Ainda terei coragem para escrever? (CURIE, 1907 *apud* MONTERO, 2019, p. 192)

Superado o luto, com suas filhas crescidas e com Irène Curie trabalhando na continuidade das pesquisas sobre radioatividade, Marie Curie dedicou-se em uma jornada na luta contra o câncer e na assistência aos feridos da Primeira Guerra Mundial, utilizando de seu dispositivo experimental. Sua filha Eve Curie (1944) conta sobre essa jornada. É também nesse contexto que a cientista e sua filha Irène visitam Belo Horizonte no Brasil,

[36] Na primavera ou no verão, Pierre e Marie Curie costumavam passar alguns dias em *Saint-Rémy-lès-Chevreuse*, onde haviam uma casa de campo.

em 1926. Marie Curie é convidada a visitar o Instituto Radium, primeiro centro destinado ao combate do câncer no Brasil pelo uso da radioatividade, criado em 1922, quando o número de casos de câncer aumentava no Brasil. Marie Curie contribuiu para o desenvolvimento do estudo da radioatividade no Brasil, orientando cientistas brasileiros no tema, e contribuiu para a popularização da radioterapia no Brasil e no mundo (CURIE, 1944). Foi a aplicação de seu dispositivo experimental na medicina que lhe deu força após perder Pierre (CURIE, 1944).

Em linhas gerais, o caso Marie Curie trata alguns aspectos da história da cientista e da consolidação da radioatividade. Sobre o caso Marie Curie, é possível perceber que na trajetória da cientista ela sofreu muitos obstáculos fincados pelo patriarcado. Por outro lado, a cientista teve condições favoráveis para participar das práticas científicas, superando esses obstáculos e tornando-se visível. O estudo das práticas científicas, como no caso de Marie Curie, nos permite analisar ainda mais dificuldades fincadas às mulheres, que não necessariamente dizem respeito apenas ao gênero. As seções seguintes mostram como algumas práticas científicas permeiam o caso Marie Curie e no capítulo 4 discutiremos como essas práticas ajudam a compreender as condições necessárias às mulheres para fazer ciência no patriarcado.

3.2 - As práticas científicas no caso Marie Curie

A narrativa sobre o caso Marie Curie é construída sob a lente historiográfica da HCC, explicitada na fundamentação teórico-metodológica (seção 1.3). A HCC adota várias categorias analíticas, entre elas, as práticas científicas. A lente historiográfica da HCC no caso Marie Curie enfoca as práticas científicas que foram fundamentais na trajetória da cientista e na consolidação da radioatividade como um fenômeno geral (MOURA; GUERRA, 2016; PIMENTEL, 2010).

Percebemos algumas práticas científicas que são fundamentais para a consolidação da radioatividade: a institucionalização da educação na França, fundamental no ingresso de Marie Curie na Universidade de Paris-Sorbonne e na institucionalização das ideias da cientista na Universidade; as práticas de circulação do conhecimento

científico, que envolvem tanto as publicações quanto a migração de estudantes para grandes centros de conhecimento científico, como ocorre na trajetória de Marie Curie ao sair da Polônia para a França; e as práticas de experimentação e premiação, que envolvem as pesquisas dos cientistas e as premiações pelas pesquisas. Essas práticas podem ser dissociadas para uma análise histórica, mas não são hermeticamente separadas, visto que elas se relacionam.

A prática de institucionalização no caso Marie Curie se refere ao processo de legitimação da educação feminina na França, à emergência das Universidades, incluindo a Universidade de Paris-Sorbonne, e à institucionalização das ideias de Marie Curie e dos outros cientistas fundamentais em suas pesquisas. A institucionalização das ideias ocorre ao terem seus dispositivos experimentais validados pelas instituições científicas como, no caso, a Academia e Faculdade de Ciências de Paris. A história e os movimentos de mulheres na França, apesar de serem de cunho mais sociais, se relacionam com essa prática científica diretamente. Isso porque a emancipação das mulheres enquanto grupo social está associada à participação feminina de mulheres na ciência. Marie Curie fazia parte de um seleto grupo de mulheres na Faculdade de Ciências: eram apenas 23 mulheres dentre 2 mil alunos (QUINN, 1997). No caso Marie Curie, as práticas de articulação de movimentos de mulheres na França estavam em desenvolvimento no mesmo contexto em que a cientista estava lá.

As práticas de circulação do conhecimento científico se referem à divulgação e publicação dos resultados, que foram fundamentais na trajetória de Marie Curie, e à migração de estudantes. O caso Marie Curie mostra que o desenvolvimento da radioatividade se dá a partir de um processo de escolha do tema de doutorado da cientista. A criação do dispositivo experimental de Marie Curie foi possível porque a cientista teve acesso a trabalhos de outros pesquisadores, como os trabalhos de Röntgen, sobre os raios X, e os de Becquerel, sobre os raios de urânio. Esses trabalhos serviram de estopim nas suas próprias pesquisas. As práticas de migração para grandes centros de pesquisa científica no caso Marie Curie referem-se ao fato de a cientista, assim como outros estudantes do mesmo contexto, ter migrado da Polônia a um centro de pesquisa de maior destaque para a ciência moderna: a França. A migração para centros de pesquisa de maior prestígio na história da ciência permitia condições melhores para o trabalho do cientista, porque estavam nos centros da circulação do conhecimento científico.

As práticas experimentais se referem ao processo de desenvolvimento da radioatividade. Essas também implicavam práticas de financiamento para se obter local e material para realizar as pesquisas científicas, práticas de premiação pelas pesquisas, que davam notoriedade ao cientista e práticas de publicação de resultados que fazem com que o conhecimento possa ser mais investigado ao redor do globo através da articulação entre cientistas e suas ideias.

Nas seções seguintes desse capítulo, discutiremos relações entre a trajetória de Marie Curie e essas práticas.

3.2.1 - A institucionalização da educação feminina na França

A educação das mulheres na França do século XIX, no contexto de Marie Curie, está diretamente relacionada com a política da Terceira República (1870-1940). Havia um grande movimento do regime republicano para tirar a educação da influência da igreja católica. Era um objetivo moral e político, muito influenciado pelas ideias positivistas de Ciência, opostas às ideias católicas. O ensino superior tinha um papel a desempenhar no treinamento de elite e a educação secundária católica estava produzindo uma elite com visões sociais e políticas consideradas opostas ao regime (WEISZ, 1983). Dessa forma, os republicanos empenharam seus esforços em laicizar o ensino. Como a educação secundária feminina era até então responsabilidade da Igreja, ela foi o primeiro alvo do processo de laicização do ensino secundário.

De acordo com George Weisz (1983), havia uma discordância sobre a extensão da autoridade da Igreja sobre a sociedade civil e os partidários do controle estatal. Os republicanos desejavam acima de tudo limitar o poder da Igreja. Tal discordância desencadeou um conflito sobre o controle estatal da educação durante o século XIX. Até então, o ensino primário e secundário conservava forte conotação religiosa devido à lei Falloux de 1850, que obrigava todos os educadores a inscrever o catecismo no currículo e a levar os estudantes à missa. Fora isso, a Igreja obtivera total autonomia para a escolha de professores. Na Terceira República, portanto, a necessidade de competir com as

escolas católicas forçou o Estado a melhorar o ensino superior do país, aumentando o financiamento público nas instituições superiores.

O Segundo Império (1852-1870) francês, que precede a Terceira República, foi o regime monárquico bonapartista implantado por Napoleão III que consistia na conciliação da monarquia com a Igreja Católica. Nesse período, portanto, o ensino estava nas mãos dos eclesiásticos. Assim, no início da terceira República, o ensino primário e secundário ainda conservava uma forte conotação religiosa devido à lei Falloux de 1850.

Com o fim do Segundo Império e início da Terceira República, os dirigentes do novo regime desejavam cidadãos instruídos e propunham excluir a religião do ensino. Assim, o novo chefe de governo Charlers de Freycinet (1828-1923), o fervoroso republicano Jules Ferry (1832-1893) e o deputado Camille Sée (1847-1919) conseguiram a aprovação, em 21 de dezembro de 1880, da lei Camille Sée. A lei abriu às meninas o acesso ao ensino secundário público, e o curso de religião foi substituído por cursos de moral (MAYEUR, 2007). No ano seguinte, em 1881, foi aprovada a criação da Escola Normal Superior de Sévres com vistas à formação de professores mulheres para os liceus.

O ensino primário público, gratuito e obrigatório viria a ser a ponta de lança da Terceira República (WEISZ, 1983). A polêmica em torno desta nova intrusão do Estado na educação das meninas, que até então era monopolizada por conventos, não escondia o acordo quase geral dos clérigos sobre a vocação da mulher: o casamento, o lar, a maternidade. A criação de escolas secundárias e liceus para meninas foi uma ofensiva aos clérigos, reforçada pela abolição de várias instituições religiosas no início do século XX (MAYEUR, 2007).

Segundo Françoise Mayeur (2007), com a lei Camille Sée, os republicanos não tinham a intenção de preencher a lacuna intelectual entre os dois sexos, porque o currículo para meninas excluía as humanidades e a filosofia clássica; também não pretendiam preparar as mulheres para o ensino, porque o certificado de conclusão do ensino médio não tinha utilidade, uma vez que apenas o bacharelado abria a porta para as faculdades. Para os defensores do novo sistema, a verdadeira questão era política: a educação secundária pública para mulheres visava libertar as futuras mães da influência clerical. Em termos de educação da mulher, a República oportunista, então radical, não é nem igualitária nem emancipatória: é laica (MAYEUR, 2007).

Nesse sentido, Picard (2010) e Mayeur (2007) contam que a entrada das mulheres no ensino superior francês pouco tem a ver com os movimentos feministas, pois o feminismo francês foi um movimento feminista tardio e pouco politizado, crescendo apenas no século XX (PERROT, 1995; 2006). A verdadeira motivação para a lei Camille Sée (1880) era política, porque o Estado queria acabar com a participação da Igreja na educação. Era o começo de uma ativa política de laicização do ensino, com influência do positivismo no final do século XIX (MAYEUR, 2007).

O trabalho de Natalia Sigrist (2009) discute que a entrada das mulheres no ensino superior na França começou em 1861, quando a francesa Julie-Victoire Daubié recebeu o bacharelado na Faculdade de Letras de Lyon. Entretanto, o acesso das mulheres aos estudos universitários não se generalizou até 1880, ano em que a lei Camille Sée foi aprovada, instituindo uma educação secundária pública para as mulheres.

Até a virada do século XX, a presença de mulheres em todas as universidades francesas era muito modesta, nunca ultrapassando 3% do número total de estudantes. A partir do final dos anos 1900, esta proporção já estava próxima de 10% (WEISZ, 1983). Esta população estudantil feminina era composta, em grande parte, por estrangeiras, que vieram à França em busca de uma educação universitária, inacessível em seu país, ou atraídas pelo prestígio da metrópole cultural (SIGRIST, 2009). Como às mulheres polonesas era proibido o ingresso nas universidades do país, Maria Salomena Sklodowska torna-se uma dessas estudantes estrangeiras. A presença de mulheres universitárias tornou-se numericamente significativa, mas permaneceu marginal em relação ao número total de estudantes. A própria Maria Sklodowska fazia, como já destacamos, parte de um grupo de 23 mulheres dentre dois mil estudantes matriculados na Faculdade de Ciências da Universidade de Paris-Sorbonne, em 1891, uma década após a aprovação da lei Camille Sée (QUINN, 1997).

A Universidade de Paris respondia por quase metade das matrículas femininas no ensino superior francês, sendo também a mais frequentada por estrangeiros de ambos os sexos (SIGRIST, 2009). Contudo, o número de estudantes francesas era geralmente menor do que o de estrangeiras. Estas últimas constituíram mais da metade das estudantes do sexo feminino nas faculdades da capital até 1893, quando o número de estudantes francesas aumenta. Assim, antes da Primeira Guerra, a França era a segunda colocada na Europa em termos do número de estudantes femininas, onde as mulheres francesas e

estrangeiras representavam quase um quarto do número total de estudantes matriculados (SIGRIST, 2009). A Universidade de Paris recebia a maior parte dos estudantes no geral.

Na História do ensino superior francês, Picard (2010) destaca uma centralidade do conhecimento científico na capital francesa, Paris. Segundo a autora, o foco da atenção nas grandes escolas (*École Normale Supérieure*) e instituições de ensino parisienses é devido à concentração da elite universitária e à produção científica na Universidade de Paris-Sorbonne. Além disso, este foco na capital acentua mais ainda o específico desequilíbrio do modelo de ensino superior francês, concentrando o olhar na parte mais elitista do sistema educacional, enquanto deixa à sombra a maioria das universidades, onde se formou um número significativo de alunos desde o fim do século XIX. O que é um modo de invisibilizar outros cientistas que não estavam em grandes centros de pesquisa – nesse sentido, Marie Curie tinha o privilégio de estar em uma grande instituição parisiense, a Universidade de Paris-Sorbonne.

Havia produção de conhecimento científico e Faculdades de Ciência fora da Universidade de Paris, entretanto, eram menos reconhecidas. Exemplos de polos científicos no interior, além da grande capital parisiense, eram os programas locais de pesquisa de Física em Nancy e em Strasbourg. Dessa forma, havia uma centralidade do conhecimento científico nas grandes capitais como Paris, que era produzida pela elite universitária e um consequente apagamento do conhecimento científico em províncias do interior (PICARD, 2010).

A historiografia francesa do Ensino Superior evidencia o desequilíbrio entre Paris e o interior. Esta visão pode ser explicada pelo trabalho historiográfico do ensino superior na França: as instituições mais conhecidas, documentadas e prestigiadas estão em Paris, onde se concentram ainda hoje historiadores, arquivos e bibliotecas (PICARD, 2010). Entretanto, o interior exerceu uma atração mais forte sobre os pesquisadores estrangeiros. Permanece então a difícil questão das fontes locais, que se revelam fracas (PICARD, 2010). Seria, então, Marie Curie reconhecida se estivesse em outro polo universitário?

Em 1876, cerca de 40% do total de homens se preparando para o ensino nas carreiras em ciências o fizeram em Paris, na Faculdade de Ciências da Sorbonne (PICARD, 2010). Não havia instalações laboratoriais adequadas em outro lugar. Para os que desejavam a carreira científica havia, portanto, boas razões para tentar a sorte na capital. Em 1914, essa proporção aumenta e a maioria dos estudantes de ciências estavam

na Faculdade de Ciências de Paris, revelando um grau muito significativo de centralização do conhecimento na capital (PICARD, 2010). A principal fonte de procura na Sorbonne era o diploma único em Física, Química e História Natural (P.C.N), instituído em 1893 e que Marie Curie obteve.

Em 1914, as faculdades de ciências cresceram em termos de reconhecimento. O treinamento para professores secundários seguia agora critérios mais rigorosos. Ambiciosos, os alunos inevitavelmente partiam para a Sorbonne, onde eles poderiam entrar em contato com os professores famosos e poderosos o suficiente para influenciar no alavanque da carreira de um jovem. Os muitos alunos que não buscavam por trabalho imediato, isto é, não desejavam um ensino técnico, foram atraídos para a Sorbonne pela eminência de seus corpo docente e pelas perspectivas de vida na capital (WEISZ, 1983; PICARD, 2010).

A Universidade de Paris nasceu no século XIII, com a organização em corporação de professores e alunos em Paris, que vieram a partir do século XII ao bairro *Quartier Latin*. Ao ar livre no bairro, se ensinava teologia, direito, medicina e artes, a jovens franceses, picardios, normandos e ingleses, dando assim à Universidade, desde o início, prestígio internacional (WEISZ, 1983). A Sorbonne foi, no período da Restauração, mais uma vez designada para o ensino pelo Rei Luís XVIII, que também inaugurou a Academia de Ciências de Paris. No final do século XIX, a Terceira República a reconstrói para fazer da Nova Sorbonne o lugar privilegiado do conhecimento (WEISZ, 1983).

O ingresso na Universidade de Paris-Sorbonne ocorreu de diferentes maneiras ao longo da história da instituição. Durante a maior parte de sua história, a Universidade exigiu o pagamento de taxas anuais e taxas de ingresso, além da realização de provas de concurso (WEISZ,1983; PICARD, 2010). Embora o ensino secundário fosse gratuito para as meninas a partir de 1800 e o ensino superior oferecesse bolsas de estudo para franceses e estrangeiros, assim como obteve Marie Curie, ingressar ao ensino superior exigia certas condições materiais, como as taxas de matrícula aos ingressantes e os custos relacionados à migração e moradia. E demonstrava um caráter elitista, tanto no perfil do corpo discente e docente, quanto no objetivo do regime republicano de formar a opinião pública das elites.

3.2.1.1 – O caráter elitista da Educação francesa

Em relação a preocupação das instituições francesas com a instrução das elites, Weisz (1983) afirma que os interesses dos republicanos, que apoiavam a institucionalização da educação feminina e superior, representavam os interesses das elites. Weisz (1983) discute como a França tornou-se um grande polo acadêmico no século XIX e XX. O autor indica que havia certa centralidade alemã na ciência, que antecedeu a centralidade francesa, fazendo com que a França sentisse a pressão de uma corrida intelectual e, logo, desenvolvesse as instituições no país. Além das conquistas alemãs na educação, o positivismo deu um ímpeto adicional à valorização do conhecimento e da ciência. Uma tradição acadêmica influente argumentou durante todo século XIX que o ensino superior deveria ocorrer em grandes universidades, intelectualmente unificadas e dedicadas à ciência, em vez de mera formação profissional em escolas técnicas (WEISZ, 1983).

A Terceira República representava os interesses de uma burguesia capitalista (WEISZ, 1983). Entretanto, quaisquer que sejam os interesses de classe que eles representavam, os novos governantes da França reconheceram a importância da educação como meios de integração política e social. A vitória militar da Alemanha em 1870, na Guerra Franco-Prussiana, deixou claro que a França estava ficando para trás de seu rival em termos econômicos e militares (WEISZ, 1983). A desaceleração do crescimento econômico da França frente à Alemanha, contribuiu para que os republicanos investissem em uma reforma universitária e pesquisa científica na França.

De uma parte, a reforma do Ensino dependia diretamente do Estado, e de outra, dependia de múltiplas iniciativas privadas. Em Paris, interesses empresariais estabeleceram a *Ecole des Hautes Etudes Commerciales* (1881) e convenceram o conselho municipal a fundar a *Escola Supérieure de Physique et de Chimie* (1882) (WEISZ, 1983). A própria Universidade de Paris-Sorbonne tinha uma parcela pública e outra privada, de empresários interessados nos produtos das pesquisas universitárias. Além disso, existia um consenso sobre a necessidade de estabelecer um sistema laico de educação primária que, como já vimos, acarretou na lei Camille Sée (1880) e na entrada de mulheres no ensino superior. Nesse contexto, o interesse político na reforma universitária cresceu significativamente ao longo dos anos 1860 e 1870 (WEISZ, 1983).

Os reformadores e republicanos desejavam a centralização da administração das Universidades para atender aos interesses do regime, que se resumiam na legitimação das elites. (WEISZ, 1983). As escolas profissionais dispersas eram incapazes de desempenhar de renovação das elites. A unidade intelectual e social era uma tarefa que exigia a unificação física do ensino superior em grandes centros e dedicadas à ciência. Daí veio o fortalecimento da Universidade de Paris, onde se institucionalizava Marie Curie e sua pesquisa científica. Na administração da Universidade estavam os governantes e, entre 1871 e 1893, o número de professores no parlamento aumentou (WEISZ, 1983). Durante a terceira República, portanto, a classe acadêmica ganha maior poder dentro da classe política dominante.

Ligado aos interesses dos reformadores, também estava a ambição de transformar instituições de ensino superior em centros de ciência. Havia, portanto, uma relevância da pesquisa científica na época (WEISZ, 1983). A tradição de pesquisa era particularmente forte nas faculdades de ciências (WEISZ, 1983). O corpo docente parisiense, especialmente, era formado por professores de grandes instituições de pesquisa e não perdeu contato com a comunidade científica internacional, o que tornava a França da Terceira República, de fato, um grande centro de conhecimento científico, uma vantagem para o trabalho de Marie Curie.

Sobre a relevância da pesquisa científica na República, os pesquisadores tiveram um líder poderoso, o químico Jean-Baptiste Dumas (1800-1884), reitor da Faculdade de Ciências de Paris e professor da Faculdade de Medicina. Em uma carta de 1845 ao ministério, Jean-Baptiste Dumas reclamou que a perda da liderança científica da França para outras nações havia afetado dolorosamente as faculdades e que ele ficaria feliz em elevar a Universidade de Paris a liderança científica através da valorização da pesquisa (WEISZ, 1983). Sem apoio, os interesses de Jean-Baptiste Dumas e a pesquisa científica nas Faculdades de Ciências de Paris, onde pesquisou Marie Curie, sofriam com instalações e recursos inadequados para as práticas de pesquisa (WEISZ, 1983). As primeiras pesquisas de Marie, antes de se casar, por exemplo, eram feitas dividindo espaço com o físico e professor Pierre Curie, no seu laboratório. Casados, posteriormente, o casal teve dificuldades em conseguir um laboratório para a pesquisa de química analítica da separação dos novos elementos – a Academia de Ciências de Paris cedeu o galpão da EPCI – que em alguns relatos é apresentado como um galpão úmido (QUINN, 1997).

Ainda assim, a Universidade de Paris era a instituição francesa com os melhores laboratórios e recursos. A pesquisa científica foi ganhando apoio aos poucos da elite, reformistas e acadêmicos. Segundo Weisz (1983), no século XIX, os professores e pesquisadores procuraram progredir em suas carreiras por meio de publicação e patrocínio. No caso Marie Curie, suas primeiras divulgações de resultado eram em conjunto com Pierre Curie e outros pesquisadores do contexto (PUGLIESE, 2012).

Segundo Weisz (1983), o sistema de ensino superior francês 1863-1914 era bastante periférico à maioria da população. A melhor instituição de pesquisa estava situada na capital, o que tornava o ensino inacessível para as classes mais baixas, afastadas de Paris. Na França, o ensino superior atendia aos grupos sociais mais ricos (WEISZ, 1983), principalmente considerando o alto custo dos estudos superiores e, principalmente, dos secundários. No entanto, o sistema foi capaz de incorporar certo grau de mobilidade social e oferecer bolsas de estudo. O estabelecimento de 300 bolsas para alunos licenciados em 1877 e de mais 100 em 1881 permitiu que as faculdades de letras e ciências ensinassem a mais alunos (WEISZ, 1983). Nesse contexto, em que a Faculdade de Ciências formava poucos alunos por ano, Marie Curie foi a primeira francesa a obter um doutorado, em 1903.

Ao abordar uma história de estudantes, principalmente parisienses, do longo século XIX, Moulinier (2002) traça o perfil dos estudantes modernos na França do *Quartier Latin*, bairro que abrigava a Universidade de Paris-Sorbonne e, por isso, era um bairro estudantil do século XIX. Segundo o autor, os estudantes do *Quartier Latin* pertenciam majoritariamente ao gênero masculino, embora o feminino tenha se imposto aos poucos. O bairro parisiense era palco da sociabilidade estudantil, cafés, salas de leitura, bailes, teatros. Além do predomínio dos homens no *Quartier Latin*, os estudantes do bairro também pertenciam predominantemente à faixa etária da juventude e à classe social burguesa, com raras exceções (MOULINIER, 2002).

O *Quartier Latin* aparece na história de Marie Curie. Como já destacamos, no final de 1891 a cientista alugou um sótão no bairro. Devido aos custos da moradia na capital, Marie passou três anos alugando quartos mal aquecidos no inverno, economizando e estudando intensamente (QUINN, 1987). O fato de o bairro mais próximo à Faculdade de Ciências ter altos custos de moradia, mostra o quanto as condições materiais são necessárias para a prática científica.

Em síntese, altos padrões educacionais estavam associados às classes superiores da sociedade (WEIZ, 1983). Até 1880, a maioria das faculdades estava muito preocupada com o número de matrículas e não dava muita atenção ao status social dos alunos. Entretanto, isso se tornou uma preocupação posteriormente, durante a Terceira República (1870-1940). É nesse contexto que a Universidade de Paris-Sorbonne disponibiliza as bolsas de estudo para os alunos de bom desempenho. Nesse contexto, Marie Curie, graças a sua colocação em primeiro lugar em Física e ao seu desempenho de alto nível, garantiu uma bolsa de estudos para prosseguir com uma segunda graduação em matemática em 1894.

3.2.1.2 – Movimento e História das mulheres na França e na Ciência

Sobre as práticas decorrentes dos movimentos sociais de mulheres na França, também focamos nos séculos XIX-XX, contexto em que se insere o caso Marie Curie. Apesar de perceber que a entrada das mulheres no ensino superior francês acompanhava as contingências políticas da Terceira República, precisamos compreender em que ponto estava a história das mulheres no país naquele contexto. Como vimos, os republicanos, de fato, tinham como objetivo a laicização do ensino e não a emancipação feminina. Mas será que, para além dos interesses dos homens republicanos, a educação feminina não demonstrava relações com a história e movimento das mulheres no país?

Michelle Perrot (1995) e Emmanuelle Picard (2010) pesquisaram em que ponto estava a história das mulheres nesse contexto, encontrando um silêncio da historiografia, no qual, até o século XIX, faz-se pouca questão das mulheres no relato histórico. De acordo com Londa Schienbinger (2001), a construção de uma História das mulheres na ciência começou no século XVII, mas era muito tímida, e o movimento europeu das mulheres da década de 1880 à 1920 foi fundamental na construção mais sólida de uma História das mulheres na ciência, porque causou o despertar da atenção para as capacidades científicas das mulheres. Nesse período, publicações foram importantes tanto para a História quanto para o movimento das mulheres. Em 1880, o jornal feminista intitulado *La Revue Scientifique des femmes* foi fundado em Paris. Em 1894, em Paris, a primeira conferência sobre mulheres e ciência originou o livro de Alphonse Rebière, *Les Femmes dans la science.* E no mesmo ano, Elise Oelsner publicou seu *Leistungen der deutscben Frau*, no qual relata realizações científicas das mulheres alemãs.

Resgatar as realizações de mulheres cientistas - de Hipatia, a famosa matemática da Grécia antiga, à Marie Curie - tornou-se uma tarefa dos historiadores na virada do século XIX para XX (SCHIEBINGER, 2001). Segundo Schienbinger (2001), dois desafios motivavam essa tarefa: o primeiro, era se opor à noção de que as mulheres simplesmente não podem fazer ciência e de que algo na constituição de seus cérebros ou corpos as impede; e o segundo, era o desejo de criar modelos de "Einsteins femininos" para inspirar mulheres jovens ingressando na ciência e contrabalançar estereótipos masculinos. Nesse segundo desejo, encontrava-se, novamente, o problema de enfatizar a conquista de mulheres excepcionais. De acordo com Schienbinger (2001), muito desse trabalho de resgatar as realizações de grandes mulheres cientistas excepcionais se encaixa na história dos grandes homens, e o problema é que não enfatizava as barreiras à participação das mulheres na ciência.

Respondendo à pergunta do início da seção, os movimentos das mulheres na Europa foram fundamentais não só para os primeiros trabalhos de História das Mulheres, mas também para a educação feminina. De acordo com Schienbinger (2001), as mulheres ingressaram em carreiras modernas na ciência somente após o movimento das mulheres das décadas de 1870 e 1880 as impulsionarem às universidades. E conforme elas gradualmente eram admitidas às escolas de graduação, elas entravam em programas de doutorado, o que no século XIX e XX já era um pré-requisito para dedicar-se seriamente à ciência.

Infelizmente, muitas dificuldades permearam esse processo de entrada das mulheres nas universidades. Dentre essas dificuldades, a principal envolvia o trabalho de reprodução social em descompasso com a institucionalização da ciência. Schienbinger (2001) mostra que no século XIX, as mulheres foram efetivamente excluídas das novas instituições da ciência e restritas à esfera cada vez mais privada da família. A chegada do século XIX fechou às mulheres o acesso informal à ciência, por ser uma época em que as atividades domésticas passavam por privatização enquanto a ciência estava sendo profissionalizada. Com a crescente polarização das esferas pública e doméstica, a família deslocou-se para a esfera doméstica privada, enquanto a ciência migrava para a esfera pública da indústria e universidade (SCHIENBINGER, 2001).

Com a ciência na esfera pública, isto é, nas universidades, as mulheres encontravam mais dificuldades de participar da mesma. Umas poucas mulheres,

entretanto, estudaram e lecionaram em universidades, a partir do século XIII no Reino da Itália. Entretanto, o modelo italiano não foi adotado em outros países da Europa e dentro da região italiana a tradição não continuou, pois em 1800 as mulheres foram banidas das instituições de ensino superior. Fora da Itália nenhuma mulher foi nomeada professora até o século XX, na França, com a nomeação de Marie Curie na Universidade de Sorbonne (SCHIENBINGER, 2001).

Além da hostilidade das universidades, as sociedades científicas eram fechadas para as mulheres. Desde sua fundação e até 1945, mulher nenhuma tornava-se membro permanente da *Royal Society* em Londres. A Academia de Ciências de Paris vetou a premiada matemática Sophie Germain (1776-1831), no século XIX, e a premiada física Marie Curie, no século XX (SCHIENBINGER, 2001). A *Societas Regia Scientiarum* em Berlim vetou a astrônoma Maria Winkelman (1670-1720), que trabalhou no observatório da academia com seu marido e filho. Vetadas das sociedades científicas, a relação das mulheres com o conhecimento era mediada através de homens, seus maridos, companheiros ou tutores.

O dramaturgo Bernard Le Bovier de Fontenelle (1657-1757), que atuou como secretário e porta-voz da Academia de Ciências de Paris no século XVIII, escrevia textos, prefácios de publicações acadêmicas e obras de ficção com o objetivo de representar a Academia de forma elogiosa (TERRALL, 1995). Fontenelle escrevia que a racionalidade necessária para entender ciência era masculina. Não à toa, as mulheres francesas e estrangeiras, mesmo séculos depois das ideias postas nos textos de Fontenelle, procuravam mais por cursos de Literatura do que por Ciência na Universidade de Paris (WEISZ, 1983). Além disso, A ciência era apresentada nas obras de Fontenelle como acessível ao consumo por mulheres aristocráticas e inacessível à participação de outras mulheres e não especialistas (TERRALL, 1995). Fontenelle definia uma identidade para a ciência e para a Academia compatível com status social da elite e considerava as mulheres aristocráticas como aliadas apenas pela conversa no salão facilitada por elas. Schienbinger (2001) também reafirma o caráter elitizado na ciência, especialmente em Paris. De acordo com a autora, as poucas mulheres cientistas até o século XIX eram predominantemente de dois grupos sociais: a aristocracia e o artesanato.

Já discutimos que a ciência era voltada à elite francesa do século XIX, então muitas pessoas ficaram de fora dela (WEISZ, 1983; TERRALL, 1995; PICARD, 2010).

Tanto a classe social quanto o gênero eram categorias de exclusão da ciência. Retomando a ideia de que as contradições não operam apenas na categoria gênero ou apenas na categoria classe, mas no nó frouxo entre ambas e a categoria raça/etnia (SAFFIOTI, 2015), compreendemos que as mulheres poderiam ter excluídas da ciência não só pelo gênero. Nesse caso, a visibilidade de Marie Curie mantém uma relação com o seu ingresso em práticas científicas elitistas na Universidade de Paris, como também se criou um dispositivo experimental (a radioatividade) que fazia a comunidade científica ignorar deixar de enfatizar, em partes, seu gênero.

De acordo com Schienbinger (2001), as universidades e sociedades científicas, foram estruturadas sobre a suposição de que os cientistas seriam homens com esposas em casa para cuidar deles e de suas famílias. Com a crescente profissionalização da ciência na Europa, as mulheres que queriam seguir carreiras científicas tinham duas opções: tentar seguir a formação através das universidades, ou continuar a participar da esfera familiar, como assistentes de maridos ou irmãos cientistas. A primeira opção não teve êxito até a virada do século XX, portanto, restaram às mulheres a segunda opção, como no caso de Margaret Huggins (esposa do astrônomo britânico Wiiliam Huggins), Edith Clements (esposa do ecologista Frederic Clements), e talvez, também, Mileva Maric (esposa de Albert Einstein), que contribuíram silenciosamente para as carreiras de seus maridos, um fenômeno que persiste ainda hoje (SCHIENBINGER, 2001). Alguns casos de exceção, como exemplo, Marie Curie, apesar de compartilharam o reconhecimento científico com seus maridos, alcançaram fama.

Perrot (1995) faz questão de demonstrar que tudo o que mudou nessas condições desfavoráveis das mulheres teve o papel das próprias mulheres como atrizes das mudanças, principalmente na virada do século XIX para XX. Marie Curie certamente foi uma atriz fundamental nessas mudanças para as mulheres de seu contexto. O papel do movimento das mulheres foi decisivo para o nascimento de uma História das mulheres. Mas que movimento das mulheres na França do contexto de Marie era esse? Perrot (1995) mostra que ao mesmo tempo que a modernidade do século XIX na França era marcada pelo confinamento e tutela das mulheres[37], também era marcada pela luta das mulheres

[37] O artigo 213 do Código Civil francês de 1804, em vigor na época de Marie Curie, tratava a mulher como propriedade e tutela do marido – em nome da natureza, o Código Civil estabelece a autoridade absoluta ao marido, a mulher casada deixa de ser o indivíduo responsável. Dedicado ao casamento, o artigo assegurava a superioridade do homem, afirmando que o marido deveria proteger sua esposa e a esposa

por liberdade. A acentuada divisão entre a esfera pública e privada nesse século e as condições desfavoráveis das mulheres serviram de motivação para o nascimento incipiente de um movimento feminista no início do século XX. Pugliese (2009) apresenta jornais franceses que marcaram feministas no contexto de Marie Curie, o *Le Radical*, *L'Intransigeant* e *L'Humanité*.

Perrot (2006) demonstra que o século XIX foi marcado pela divisão sexual do trabalho, pautada no discurso da diferença dos sexos. A divisão entre o público e o privado nem sempre existiu, ela mudou com o tempo e foi acentuada no século XIX, que, segundo Perrot (2006), era um século liberal e constituído por um espaço político de dupla exclusão: a dos proletários e das mulheres. Também havia intensa desvalorização do trabalho feminino na esfera do privado no século XIX, quando era difundida a ideia de que as mulheres nada faziam, enquanto os homens trabalhavam na esfera pública. Concomitante a divisão sexual do trabalho, estava a crescente responsabilização da mulher pelo papel da dona-de-casa na França. Nesse sentido, Marie Curie, uma mulher desse contexto, fazendo ciência, conquistava um espaço incomum às mulheres.

Segundo Perrot (2006), portanto, havia um retraimento de mulheres no espaço público e uma constituição de um espaço privado familiar feminino no século XIX, na França. Tal retraimento era uma questão de gênero que abarcava diferentes classes, sofrendo as contradições de ambas as categorias. As "caseiras" eram as mulheres rurais, as "senhoras de casa" eram as mulheres burguesas e a "donas-de-casa" eram as mulheres da cidade que se dedicavam quase exclusivamente aos trabalhos domésticos e dependiam do salário dos maridos.

Dado esse cenário de acentuação do patriarcado sobre as mulheres no século XIX, desejos começaram a mover um movimento de mulheres na França. Segundo Perrot (2006), o desejo de inverter as perspectivas historiográficas, que valorizam os homens como protagonistas da história, e o desejo de conciliar trabalho assalariado e maternidade sustentaram o esforço das historiadoras e o movimento das mulheres na França século XIX. As mulheres estavam se unindo por diferentes causas.

Ao final do século XIX, as universidades francesas tinham uma política de ingresso para atrair jovens estrangeiros de países economicamente subdesenvolvidos. O

deve obediência ao seu marido. A esposa não poderia ter outro domicílio, não poderia agir na justiça sem autorização do marido e nem comprar ou vender sem aval do mesmo (LUZ, 2004).

problema é que nas cidades populosas, sem nenhum preparo para receber as ondas de imigração, havia um problema, os altos preços das moradias (PERROT, 2006). Assim como a própria cientista Marie Curie, que veio na onda da imigração e pagava altos custos de moradia na capital (QUINN, 1997). Em 1848, o povo exigia em Paris a suspensão de pagamentos das moradias e as mulheres eram um grupo presente na revelia contra os altos preços da capital (PERROT, 2006). Outros exemplos de lutas das mulheres foram quando as "donas-de-casa" se organizaram coletivamente em motins pleiteando os salários atrasados da família, frente a crise de 1831 em Paris. E quando as mulheres, em 1848, gritavam contra as congregações religiosas, os padres e conventos, que até então eram os responsáveis pela educação feminina (PERROT, 2006).

Perrot (2006) afirma que o feminismo francês foi um movimento tardio, assim como observa um acesso tardio das mulheres francesas ao direito do sufrágio. Segundo Perrot (1995), na democracia francesa, a consciência de gênero e o movimento das mulheres não conseguiu atingir níveis elevados como nos países anglo-saxões, o que também se refletiu em uma escassa presença das mulheres nos relatos históricos. A ideia de que política não era assunto de mulheres, baseada nas expectativas de gênero (BUTLER, 2003; SAFFIOTI, 2015), também, colaborou com o atraso do movimento. Entretanto, apesar desse atraso, percebe-se que o movimento feminino surgia incipiente em diferentes lutas das mulheres na França e nos esforços das historiadoras no desenvolvimento de uma História das mulheres nos séculos XIX e XX.

Em síntese, de acordo com Schienbinger (2001) a história das mulheres na França e na ciência nos ensina diversas coisas. Primeiro, ela ensina que as instituições científicas assumiram muitas formas através dos séculos e que essas instituições podem encorajar ou desencorajar a participação das mulheres. Segundo, nas modernas sociedades capitalistas, a divisão de trabalho entre emprego e lar é um obstáculo ao ingresso das mulheres nas profissões. Schienbinger (2001) ressalta que muitos dos problemas que as mulheres enfrentam na ciência no século XXI, como o conflito entre as responsabilidades domésticas e as profissionais, ou entre a carreira acadêmica e a maternidade, têm raízes históricas. E terceiro, que a história das mulheres na ciência e sociedade não foi de avanços vitoriosos, mas de ciclos de avanço e recuo, acompanhada pelo contexto político e pelos movimentos sociais e feministas. Nesse sentido, destacamos que os movimentos

sociais, são sempre importantes para as transformações sociais na História, o que será melhor discutido no capítulo 4 (seção 4.4).

3.2.2 - A circulação do conhecimento científico

As práticas científicas de circulação do conhecimento científico incluem a divulgação dos conhecimentos científicos construídos por cientistas ao redor do globo, por diversos meios, sejam publicações em revistas científicas, artigos, jornais, cartas, discursos, entre outros, seja a circulação do conhecimento científico através da migração de estudantes. Essas práticas são fundamentais para que o conhecimento ganhe acuidade e seja investigado por outras pessoas que pesquisam temas de uma mesma área ou de áreas diferentes. Entretanto, apesar de ser importante a circulação do conhecimento científico, no contexto de Marie Curie, século XIX, a circulação do conhecimento era bastante centrada nos países hegemônicos da Europa. A França era um desses países que dominava as publicações científicas e o número de matrículas de estudantes estrangeiros.

Considerando o *mainstream* da Ciência, a França estava dentre os países da Europa de maior incidência de pesquisas e circulação de conhecimento. Percebendo a relevância da ida de Marie Curie à França e a institucionalização de sua pesquisa na Universidade de Paris-Sorbonne para a consolidação da sua trajetória de cientista (incluindo seu casamento), discutiremos as práticas científicas que proporcionam a circulação do conhecimento: a divulgação do conhecimento por meio publicações e a migração de estudantes.

3.2.2.1 - Divulgação do conhecimento científico

A circulação do conhecimento científico na Europa era dominante porque sociedades científicas, academias de aprendizado, clubes de campo e bibliotecas em circulação, como inovações culturais, se espalharam por toda Europa (LIVINGSTONE, 2003). A *Royal Society of London*, por exemplo, fundada em 1662, e a *Académie des Sciences* de Paris, fundada em 1666, tiveram papel fundamental nos desenvolvimentos científicos e na divulgação e consequente circulação das pesquisas (JARDIM; GUERRA, 2017). Como mencionado, em 1896, Joseph John Thomson (1856-1940), na Inglaterra, e

Dragomir Hurmuzescu (1865-1954), na França, repetiram os experimentos de Marie Curie nas academias de ciências de seus respectivos países. Ademais, as Academias de Ciências da Europa também influenciaram na organização das comissões indicadoras aos prêmios Nobel e na escolha dos premiados, como mostra o caso Marie Curie, quando a comissão da Academia de Ciências da Suécia desejava premiar apenas Pierre Curie para o Nobel de Física em 1903.

No contexto do caso Marie Curie, havia uma profunda "influência da geografia na produção do conhecimento científico e em seu movimento ao redor do mundo" (LIVINGSTONE, 2003, p.137). A geografia do conhecimento estava centrada em países da Europa *mainstream*, como Inglaterra, França e Alemanha. As ações derivadas de controvérsias científicas entre os cientistas de um mesmo contexto ou de contextos diferentes e suas experimentações em laboratório também fazem parte do que chamamos de práticas científicas (PIMENTEL, 2010). As controvérsias científicas trazidas em meio à radioatividade ocorriam todas entre os países da Europa, com a França em destaque.

Nas palavras de Aileen Fyfe (2016), existe desde o surgimento dos primeiros veículos destinados à divulgação da ciência uma "importância epistemológica da comunicação para a produção de conhecimento científico" (p.398). Segundo Fyfe (2016), três idiomas dominavam as publicações de pesquisa científica no início do século XX: inglês, francês e alemão. Dessa forma, existia uma comunicação grande de práticas científicas entre Inglaterra, Alemanha e França. As publicações permitiam que o conhecimento científico circulasse de um país a outro (LIVINGSTONE, 2003; FYFE, 2016). Foi assim que o tema dos Raios X "viajou" da Alemanha à França, despertando o interesse de outros pesquisadores, como Henri Becquerel, Pierre Curie e Maria Sklodowska, permitindo novos campos de estudos e novos resultados na ciência. A centralidade da Europa, em relação às redes de comunicação entre cientistas e a divulgação do conhecimento científico, provocava a notoriedade e o avanço nas pesquisas científicas em diferentes países europeus.

As Academias de Ciências da Europa eram responsáveis não só pela comunicação entre cientistas, mas também por uma série de práticas de premiações no meio acadêmico-científico. Os prêmios envolviam notoriedade e remuneração ao cientista, além de serem uma oportunidade também de os premiados divulgarem seus trabalhos em discursos públicos. Muitos prêmios foram criados no século XIX para honrar as descobertas em

química e física. Como já destacamos, prêmios, medalhas e títulos honoríficos foram concedidos a Marie Curie por diversas instituições da Europa em sua trajetória.

Em termos de publicação, a autoria científica das Academias de Ciências eram apenas homens. E nas sociedades eruditas (XVIII-XIX), as decisões editoriais também eram feitas por um comitê de homens. Fyfe (2016) discute como as publicações científicas contribuíram na consolidação de uma ciência masculina, visto que os editores e os comitês que organizavam os periódicos eram todos homens. Esse era o caso da Academia de Ciências de Paris, na qual Marie Curie, por exemplo, só conseguia publicar/divulgar seus trabalhos por intermédio de Pierre Curie.

No século XX, as novas tecnologias de comunicação de rádio, televisão, cinema- tiveram também consequências significativas para o fornecimento de notícias científicas (KIRBY, 2016). Assim como os diários de circulação franceses que exaltavam Marie Curie e popularizaram a ciência no século XX, após o prêmio Nobel de 1903 (QUINN, 1997), essas novas tecnologias de comunicação também foram veículos de promoção da imagem de Marie Curie. A cientista ganhava ainda mais prestígio por ser francesa, e esses veículos contribuíram para a produção e divulgação do conhecimento científico e a consolidação de sua imagem no Ocidente.

O prestígio concedido à Europa, especialmente à França, era expresso nos jornais brasileiros que circulavam no contexto do caso Marie Curie. As mulheres francesas ganhavam destaque em jornais e revistas, mais do que as próprias brasileiras. Um exemplo do prestígio concedido à França nos jornais brasileiros que circulavam no contexto é apresentado na figura 1. No jornal Folha da Manhã de São Paulo, em 1955, a cientista foi mencionada no destaque dado à sua filha Irène Joliot-Curie. Elas estavam na segunda página do jornal em uma coluna intitulada “mulheres famosas” com a figura de três mulheres francesas. Uma delas a cientista Irène Curie e as outras duas eram atrizes. A família Curie aparecia em destaque tanto quanto outras artistas francesas sob elogios e consideradas famosas.

Em outras ocasiões, Marie Curie continuava aparecendo nas reportagens de jornal. Na figura 2, também no jornal paulista Folha da Manhã, em 1926, mesmo após quinze anos de seu último prêmio Nobel ela era apresentada como uma mulher excepcional, “um grande espírito científico e uma verdadeira alma científica”. Na figura 3, no jornal Folha de São Paulo, em 1975, uma propaganda da Associação Brasileira da Industria

Farmacêutica (ABIFARMA) expõe exemplos de cientistas e médicos, brasileiros e estrangeiros, que “deram a vida para que você viva hoje mais e melhor”. Apesar da manchete dizer “acredite nos homens”, Marie Curie estava na propaganda. Ela era a única mulher dentre os nove exemplos de homens brasileiros e estrangeiros.



2 Mulheres famosas SUPLEMENTO FEMININO DA FOLHA DA MANHÃ São Paulo — Domingo, 12 de junho de 1955

Suplemento Feminino da FOLHA-MANHÃ

CONCURSO
DE FOTOGRAFIAS INFANTIS

As fotos premiadas serão publicadas em cores na capa deste Suplemento e as distinguidas com menção honrosa, numa das páginas internas.

Nossa Capa
O Retrato da Semana

MULHERES FAMOSAS

IRENE JOLIOT-CURIE

CÉCILE SOREL

DANIELLE DARRIEUX

Durante sete anos lutou para ingressar no cinema — Um fracasso como "mulher fatal" foi sua grande oportunidade — A caminho do estrelato

John AYRES

SETE ANOS DE LUTAS

Figura 1 - “Mulheres famosas”. Folha da Manhã (SP), 12 de junho de 1955, p.2.

FONTE: Hemeroteca digital brasileira (2020)



Folha da Manhã

PROPRIEDADE DA EMPRESA "FOLHA DA NOITE", LIMITADA

Anno II | S. PAULO — Segunda-feira, 19 de Julho de 1926 | N. 382

Idéa-Força

O PROXIMO VÔO DE PINEDO

A ROTA DA GRANDE VIAGEM DO AZ ITALIANO

MME. MARIA CURIE

UM GRANDE ESPIRITO SCIENTIFICO E UMA VERDADEIRA ALMA SCIENTIFICA

A Argentina arma-se

"RAID" Á' VOLTA DO MUNDO

WILSONISMO ?

A sabedoria do dictador da Grecia

Gruta Bahiana

RUA BENJAMIN CONSTANT N. 11

Figura 2 - "MMe. Maria Curie. Um grande espirito scientifico e uma verdadeira alma scientifica". Folha da Manhã (SP), 19 de julho de 1926, p.1.

FONTE: Hemeroteca digital brasileira (2020)



FOLHA DE S. PAULO
FOLHA ILUSTRADA
São Paulo, quarta-feira, 1.o de janeiro de 1975

Faça uma forcinha, acredite nos homens.

**Estes acreditaram nos homens.
Deram a vida para que você hoje viva mais e melhor.
A ABIFARMA - Associação Brasileira da Indústria Farmacêutica acha que a melhor maneira de se retribuir isso é continuar acreditando nas pessoas.
Todos os dias. E não apenas no dia da fraternidade universal. Mesmo que, às vezes, seja preciso fazer uma forcinha.**

CLAUDE BERNARD
Considerado até hoje um dos maiores fisiologistas do mundo. Dedicou toda sua vida, com extrema dedicação, às pesquisas, conseguindo valorizar o trabalho experimental na ciência. Conseguiu demonstrar a função glicogenética do fígado, destruindo a convicção dos mecanicistas até então a mais aceita. A seriedade de seu trabalho valeu-lhe o reconhecimento como um dos grandes mestres da medicina experimental.

LOUIS PASTEUR
Suas descobertas revolucionaram as bases da química e biologia da época, devendo-se a ele, entre outros, os processos modernos de vacinação, tais como a vacina anti-rábica, beneficiando milhares de pessoas em todo o mundo.

OSWALDO CRUZ
Foi um dos fundadores da medicina experimental brasileira. Graças a seu trabalho incansável exterminou a febre amarela no Rio de Janeiro, além de uma epidemia de peste, que, durante 3 meses, assolou aquela cidade. Deve-se a ele ainda a obrigatoriedade da vacinação contra a varíola. Seus trabalhos foram elogiados pelas maiores autoridades científicas do mundo.

ALEXANDER FLEMING
Como descobridor da penicilina, provocou verdadeira revolução na terapêutica das infecções. Com sua descoberta, em 1929, conseguiu salvar até hoje um incalculável número de vítimas de infecções consideradas até então mortais. Sua descoberta repercutiu em todo o mundo, constituindo-se em terapia de largo uso, permitindo que se viva mais e com maior segurança.

ALBERT SCHWEITZER
Músico, filósofo, teólogo e médico, instalou um hospital numa das regiões mais insalubres do mundo, no Gabão, África, onde, durante mais de 50 anos, atendeu a milhares de africanos, lutando obstinadamente contra as doenças tropicais e a hanseníase. Consagrado com o Prêmio Nobel da Paz em 1952, Schweitzer tornou-se o símbolo do homem que dedicou toda uma vida à salvação do seu semelhante, levando a esperança e saúde aos que mais precisavam delas.

ALBERT SABIN
Pesquisando doenças infecciosas, passou a interessar-se profundamente pelos agentes de poliomielite, contra o qual descobriu a vacina. Travou verdadeira batalha até conseguir os resultados desejados. Hoje, a vacina que recebeu seu nome, representa uma tranqüilidade para os seres humanos que nascem diariamente, garantindo-lhes vida normal e perfeita.

ROBERT KOCH
Considerado, com Pasteur, um dos fundadores da moderna Bacteriologia, isolou e cultivou o bacilo da tuberculose, aos 24 de março de 1882. No ano seguinte descobriu no Egito, o vibrião do cólera. Koch realizou notáveis trabalhos sobre outras doenças infecciosas. Todos os dias milhares de pessoas são salvas do flagelo da tuberculose em todo o mundo, graças ao seu perseverante trabalho.

CARLOS CHAGAS
Descobridor da doença que leva o seu nome, estudou também o paludismo e outras parasitoses, prestando inestimáveis serviços à preservação da saúde de milhares de pessoas nas regiões rurais brasileiras.

MARIE CURIE
Juntamente com o marido Pierre Curie, descobriu o rádio. Sua grande dedicação ao estudo científico tornou-se símbolo de uma infatigável luta cujos resultados surpreendentes vieram acelerar sobremaneira o processo de desenvolvimento em vários campos da Medicina.

ABIFARMA
Associação Brasileira da Indústria Farmacêutica

Psicologia em pedaços

ROLAND JACCARD
Le Monde-Opera Mundi

Figura 3 - “Faça uma forcinha, acredite nos homens”. Folha de São Paulo (SP), 1 de janeiro de 1975, p.8.

FONTE: Hemeroteca digital brasileira (2020)



Figura 4 - “A mulher franceza”. Jornal do Recife (PE), 29 de outubro de 1922, edição 00250, p.1.

FONTE: Hemeroteca digital brasileira (2020)

A figura 4 mostra uma coluna no Jornal de Recife em 1922 escrita por Angeline Ladevese (Collegio Prytaneu). Na coluna “A mulher franceza”, Angeline Ladevese ironiza o fato de brasileiros irem a Paris e voltarem exaltando as mulheres francesas por

seus trejeitos, gostos e por seus feitos em detrimento das mulheres de seu próprio país – as mulheres brasileiras. Muitas mulheres francesas na época eram celebridades, reconhecidas na música e na pintura e, por isso, a mulher francesa era elogiada. Enquanto se dava a exaltação das mulheres francesas, a autora critica que se esquece de valorizar os outros milhares de mulheres no mundo, em especial, as brasileiras. A autora escreve sobre as mulheres brasileiras deixando claro seus feitos e sua importância na educação, saúde e fábrica das áreas rurais e urbanas. Também afirma que muitas outras mulheres além das francesas reconhecidas foram grandes cientistas, musicistas e pintoras, entre outras profissões, mas permaneceram invisíveis. No trecho abaixo, a escritora coloca como exemplo que até Marie Curie tornar-se visível na ciência, muitas mulheres tiveram que dedicar-se aos estudos de forma invisível.

> Assim como Richard Wagner foi o mais discutido, elogiado e calumiado dos gênios musicaes, a mulher franceza é também de quem mais se fala sobre a qual mais se escreve, ora elogiando-a, ora difamando-a. Pensam muitos estrangeiros conhecei-a... Simples presumpção daqueles que se passaram uns dias, umas semanas num hotel e Paris, frequentando somente as "habituées" dos bulevards e dos "cabarets". Estes homens que nunca, talvez, foram recebido lá em casas de família, se julgam com o direito de fazer apreciações sobre a mulher francesa. Nestas circumstancias, a sua opinião não pode em nada ser melhor em voltando para o Brasil do que e dum estrangeiro regressado ao seu paiz, depois de passar um pouco num hotel do Rio [...] A impressão que podem também daqui levar um europeo é... como a dos brasileiro que vêm de Paris. Estes últimos não querem falar do numero incalculavel de mulheres que vivem trabalhando honradamente em todos os ramos em que em outros paizes trabalham os homens... naquelas ocasiões ficaram cegos. Parecem ignorar o grande numero de medicas que vivem nos hospitais, de professoras dispersas nas aldeias do matto espalhando uma intricção solida e patriótica pelas populações rurais, dos milhares de operarias que trabalham nas fabricas e nos ateliers, na imensidade de camponesas que se ocupam em cultivar a terra, do numero crescidíssimo de senhoras e senhoritas que se dedicam as sciencias e às artes! Esquecem que para produzir uma só Marie Curie tiveram de se dedicar aos altos estudos milhares de criaturas do sexo feminino; para chegar à fama universal pintoras como mme. Vigé-Lebrun, Rosa Bonheur e outras celebridades, foi necessário que innumeras mulheres pintassem muitas telas !... Antes de Camille Chaminade e Augusta Holmés poderem empunhar a batuta para reger a orchestra da Opera e os grandes Concertos Colonne quando executavam obras da sua composição, foi também preciso que muitíssimas mulheres estudassem musica durante a existência inteira. (LADEVESE, 1922)

A pesquisa até aqui sublinha o *mainstream* da ciência moderna. A França estava dentre os países da Europa de maior incidência de pesquisas e circulação do conhecimento, além do seu status de prestígio. Sob essas considerações, é notável a relevância da ida de Marie Curie à França e a institucionalização de sua pesquisa na Universidade de Paris-Sorbonne para a consolidação da sua trajetória de cientista.

3.2.2.2 – Imigração de estudantes estrangeiras na França

Compreendendo o movimento de migração às Universidades francesas durante a Terceira República, contexto que abarca o caso Marie Curie, podemos fazer uma nova pergunta: quem eram os novos alunos migrando para as universidades francesas e o que estudavam?

Os franceses continuaram a constituir o maior grupo de estudantes universitários, embora a vantagem numérica de franceses em relação a duas novas categorias de estudantes - mulheres e estrangeiros – tenha diminuído constantemente durante o século XX (SIGRIST, 2009). As universidades francesas foram especialmente bem-sucedidas em atrair estudantes estrangeiros. Nas universidades alemãs, havia uma oposição considerável à admissão de mulheres, que enfrentavam severas restrições. A inimizade com a Alemanha e a derrota francesa na guerra franco-prussiana motivou a França não só a investir no ensino, como também a receber sem restrições as estrangeiras. Programas para estudantes estrangeiros foram criados, como o *Office National d'Expansion Scientifique*, estabelecido na Sorbonne para coordenar todas as atividades nesta esfera (WEISZ, 1983).

As condições políticas e sociais dos países colônia na Europa Oriental, incluindo a proibição da educação superior feminina, foram as principais responsáveis pelo afluxo em grande escala de estudantes à França (WEISZ, 1983). E os acadêmicos franceses não mediram esforços para tornar seu país um importante centro internacional de educação (WEISZ, 1983). A estratégia de expansão cultural do século XIX, é importante notar, refletia mais fraqueza do que força. Os franceses enfatizaram sua língua e literatura porque estavam tendo dificuldade em competir na frente puramente econômica com os alemães (WEISZ, 1983).

Segundo Pierre Moulinier (2002), os alunos estrangeiros vieram principalmente da Europa Oriental e dos Bálcãs. Weisz (1983) também conta que a migração universitária para a França contribuiu para a formação das elites em seus países de origem. Com relação ao componente feminino desses fluxos migratórios, são sobretudo as estudantes do Leste Europeu, e mais particularmente do Império Russo. De fato, são os súditos do Czar que são de longe os mais numerosos nas bancadas das universidades ocidentais: russos, poloneses e especialmente mulheres judias que, discriminados em sua pátria e impedidos de ter acesso à educação, acreditam que o ensino superior no exterior

é um caminho para a emancipação social e econômica (WEISZ, 1983). Marie Curie participou desse movimento migratório.

Assim, durante o ano acadêmico 1893, todas as universidades francesas receberam 172 estudantes do Império Russo, ou seja, 83% do número total de estudantes estrangeiras (WEISZ, 1983). No entanto, relatos históricos sobre estudantes russos na França incluem apenas alguns trabalhos, em sua maioria destacando o grupo masculino e em estabelecimentos de ensino técnico superior (SIGRIST, 2009). Assim, as estudantes do Império Russo na França permanecem, em muitos aspectos, desconhecidas, com exceção das que como Marie Curie ganharam visibilidade após a vida universitária.

As mulheres não eram legalmente excluídas do ensino superior ou das profissões durante a segunda metade do século XIX; a única exceção eram os tribunais, fechados às mulheres até 1899 (WEISZ, 1983). O estabelecimento de um sistema de educação secundária para meninas em 1880 foi um grande divisor de águas, porque produziu uma clientela pronta para as universidades. A única dificuldade em admitir mulheres no ensino superior era que as escolas secundárias para meninas não preparavam para o *baccalauréat*, uma prova final que permitia o ingresso posterior nas faculdades. Em 1902, a seção permanente do *Conseil Supérieur de l'Instruction Publique* derrotou a proposta de estabelecer cursos preparatórios em várias escolas secundárias para mulheres com o argumento de que, ao invés de encorajar as mulheres a entrar nas profissões, o sistema educacional das meninas deveria preparar as esposas e mães.

Em Paris, as Faculdades de Ciências e Artes viram as primeiras estudantes do sexo feminino em 1867 e 1871 (MAYEUR, 2007). Eram duas mulheres francesas, Emma Chenu, inscrita em um bacharelado em ciências matemáticas, e Julie-Victoire Daubié, no bacharelado em literatura em Lyon. Na França, as humanidades superavam em muito as ciências em termos do número de estudantes do sexo feminino. Os interessados nos cursos de ciência procuravam seguir os estudos até o doutorado, permanecendo mais anos de pesquisa na Universidade, uma situação pouco comum para as mulheres (SCHIENBINGER, 2001).

A pesquisa estatística realizada por Weisz (1983), intitulada *Women Students in Universities* (p.246), nos permite olhar mais de perto a população feminina na universidade. Entre 1902 e 1914, a proporção de mulheres nas universidades aumentou de 3,6% para 10,1%, enquanto a das francesas aumentou apenas de 2,2% para 6,1%. A

maioria de estudantes eram estrangeiras. As estatísticas trazidas por Weisz (1983) também revelam que as estudantes do Império Russo, do sul da Europa e da América Latina pareciam ter uma afinidade especial pela ciência. O aumento, portanto, de mulheres inscritas em ciência aumentou concomitante à tendência de crescimento do número de estudantes estrangeiras femininas na França. Marie Curie inaugurou esse contingente do Império Russo à França.

É possível considerar, portanto, que os fluxos migratórios à França consistiam, em sua maioria, de mulheres da Europa Oriental. Essas mulheres iam em busca de oportunidades de cursar o ensino superior em um país onde a educação feminina estava permitida, embora os homens ainda ocupassem a maior proporção das vagas acadêmicas. Os estrangeiros e estrangeiras chegavam à Universidade de Paris também por conta do prestígio internacional que a instituição da capital havia conquistado. As mulheres procuravam mais pelos cursos na área de Letras e Artes do que pela área científica. Contudo, no início do século XX, a porcentagem feminina nas Faculdades de Ciências sofria um crescimento.

3.2.3 – A experimentação da radioatividade na França

As práticas de experimentação se referem ao complexo caminho percorrido no desenvolvimento da radioatividade na França. Essas práticas envolvem experimentos no laboratório, mas também outras práticas científicas, como a circulação de conhecimento entre cientistas e as premiações. Retornaremos à discussão, iniciada na seção 3.1, do caminho percorrido por Marie Curie.

A experimentação da radioatividade não tem um início determinado, mas podemos estabelecer que se intensifica a partir da descoberta dos raios X, por Röntgen, ao final de 1895. Henri Poincaré, que recebeu do próprio Röntgen uma chapa impressionada pela radiação, apresenta uma comunicação frente à Academia Francesa de Ciências em 1896, afirmando a possibilidade de outros materiais luminescentes também emitirem a nova radiação. Essa sugestão pôs diversos físicos franceses à procura de

radiações geradas dessa maneira, dentre eles, Henri Becquerel, que já tinha um histórico de pesquisas com materiais luminescentes.

No início de 1896, Becquerel apresenta os primeiros resultados de suas pesquisas. Suas interpretações estavam inicialmente presas à conjectura de Henri Poincaré, como esclarecem os títulos de suas três primeiras comunicações: *"Sobre as radiações emitidas por fosforescências"*, de 24 de fevereiro de 1896 (BECQUEREL, 1896a); *"Sobre as radiações invisíveis emitidas pelos corpos fosforescentes"* de 2 de março de 1896 (BECQUEREL, 1896b); e *"Sobre algumas novas propriedades das radiações invisíveis emitidas por diversos corpos fosforescentes",* de 9 de março de 1896 (BECQUEREL, 1896c). Ele encerra sua comunicação de 18 de maio de 1896 (BECQUEREL, 1896d) com a constatação de que os compostos de urânio emitem radiação apesar de não expostos à luz.

Em 1898, Marie Curie notou as radiações do urânio. Inicialmente, a intenção da pesquisa de doutorado de Marie Curie era apenas aplicar aos raios de Bequerel o mesmo método utilizado para medir a intensidade dos raios X, comparando-os (PUGLIESE, 2009). Entretanto, sua pesquisa começou a ganhar proporções maiores quando os raios do urânio se mostraram muito diferentes dos outros raios conhecidos, principalmente porque nada os afetava.

Marie Curie, com a ajuda do eletrômetro a quartzo piezolétrico, conseguiu observar que os raios emitidos pelos sais de urânio eram constantes e indiferentes a qualquer relação com o ambiente. A cientista decidiu verificar se outros minérios produziam os mesmos efeitos e testou os minérios disponíveis na EPCI que continham metais como o cobre, zinco, chumbo, estanho, platina, ferro, ouro, paládio, cádmio, antimônio, molibdênio, tungstênio e tório (PUGLIESE, 2009). Foi possível, então, perceber que a maioria daqueles minérios não descarregavam o eletrômetro a quartzo piezelétrico, mas que também esse fenômeno não era privilegio do urânio, porque compostos químicos de tório emitiam raios semelhantes aos do urânio. Esse resultado apontou que ali poderia estar manifesto um fenômeno mais geral do que específico ao urânio (PUGLIESE, 2009).

Em seguida, Marie Curie decidiu medir no eletrômetro a quartzo piezelétrico os raios dos minérios pechblenda e a calcolita. Inesperadamente, eles emitiam raios mais intensos do que a quantidade de urânio e de tório que havia em ambos poderia emitir.

Anteriormente, Becquerel já havia notado que o urânio metálico produzia raios mais intensos do que qualquer um de seus compostos em outros sais, tanto é que havia chamado esse fenômeno de hiperfosforescência. Agora, Marie Curie se deparava com um resultado em que havia raios sendo emitidos pela pechblenda mais intensos do que o urânio metálico isolado. Segundo Curie (1944), a primeira reação de Marie Curie foi examinar a aparelhagem para saber se não havia ocorrido um erro nos experimentos. Depois examinou os compostos de urânio (óxido de urânio e uranato de amônio) e percebeu que não eram mais ativos que o próprio urânio metálico. Mas a pechblenda e a calcolita, minérios que Becquerel não havia estudado, se mostraram muito mais ativos que o urânio (PUGLIESE, 2012). Dessas experimentações veio a hipóetese levantada por Marie Curie de que havia um novo elemento químico desconhecido nos minérios pechblenda e calcolita (CURIE, 1911a).

No discurso de premiação do Nobel de Química, Marie Curie (1911a) relata como encontrou em suas práticas experimentais a calcolita natural e o pechblenda muito mais ativas do que a quantidade de urânio e tório puro nelas contidas. Contudo, a idéia de um novo elemento químico e, portanto, do fenômeno geral, foi recepcionada com desdém na época (QUINN, 1997). Não houve sequer um trabalho que remetesse aos estudos de Marie Curie nas seções posteriores da Academia de Ciências. Para ser levada a sério, com a ajuda de seu esposo, Marie Curie tentou isolar aquela substância desconhecida, a fim de fazê-la existir aos olhos da comunidade científica (PUGLIESE, 2009). Então, o casal deu início a um trabalho de química analítica, com ajuda do químico auxiliar do EPCI, Gustave Bèmont (1857-1937). A ideia era separar todas as substâncias que compunham a pechblenda para testá-las através do método elétrico e perceber quais substâncias eram ativas.

> Pierre Curie e eu realizamos essa pesquisa imediatamente [...] Fomos então levados a criar um novo método de busca de novos elementos, um método baseado na radioatividade considerada como uma propriedade atômica da matéria. Cada separação química é seguida de uma medição da atividade dos produtos obtidos, e desta forma é possível determinar como a substância ativa se comporta do ponto de vista químico (CURIE, 1911a).

De acordo com Pugliese (2012), quando Marie Curie precisava provar a existência de novos elementos, isolando-o do precioso minério pechblenda, seu marido mais uma vez foi o mediador na busca de financiamento necessário para suas práticas experimentais. Era difícil encontrar a pechblenda de forma acessível. Pierre Curie, então,

entrou em contato com a Academia de Ciências de Viena pedindo ajuda para que os resíduos da empresa de mineração *Union Miniére,* extraídos das minas austríacas e destinados às indústrias de vidro, fossem doados a ele para a pesquisa científica.

Com os minérios em mãos, Marie Curie, com a ajuda de Pierre, deu início aos experimentos de separação da substância ativa (urânio) na pechblenda. Pugliese (2009) explica a sequencia analítica feita pelo casal. Após a separação, Marie Curie percebeu que a pechblenda e a calcolita ainda se mostraram muito mais ativas que o urânio isolado ao descarregarem o eletrômetro a quartzo piezelétrico, e pretendeu tornar público os seus resultados. Entretanto, apenas homens e membros da Academia de Ciências de Paris poderiam apresentar seus trabalhos publicamente (QUINN, 1997). Pierre não era membro da Academia, mas conseguiu convencer seu antigo professor na Sorbonne e orientador de Marie Curie, o cientista Gabriel Lippman, a ler pela primeira vez os resultados de Marie em abril de 1898 sobre os raios Becquerel e a radiação espontânea do urânio e do tório. Assim, Gabriel Lippman apresentou a primeira nota de Marie Curie na Academia de Ciências, em abril de 1898:

> Estudei a condutividade do ar sob a influência dos raios do urânio, descobertos pelo Sr. Becquerel, e procurei se outros corpos além dos compostos do urânio eram suscetíveis de tornar o ar um bom condutor de eletricidade. […] Os compostos de tório são muito ativos. O oxido de tório ultrapassa mesmo o urânio metálico em atividade. […] Todos os minerais que se mostraram ativos contêm os elementos ativos. Dois minerais, a pechblenda (óxido de urânio) e a calcolita (fosfato de cobre e uranila) mostram-se mais ativos que o próprio Urânio. Este fato é notável, e leva-nos a crer que tais minérios podem conter um elemento mais ativo que o urânio. [...] Para explicar a radiação espontânea do urânio e do tório tendo a imaginar que todo o espaço está constantemente atravessado por raios análogos aos raios Röntgen, muito influentes e penetrantes, que provavelmente são absorvidos por certos elementos de grande peso atômico como o urânio e o tório. (Marie Curie, 1898 apud PUGLIESE, 2009, p.60)

Em julho de 1898, Pierre e Marie Curie dirigiram outra comunicação apresentando os resultados para a Academia de Ciências de Paris. O artigo dessa vez foi lido por Henri Becquerel:

> Certos minerais que contém Urânio e Tório (pechblenda, calcolita e uranita) são muito ativos na emissão de raios becquerel. [...] Cremos que a substância retirada da pechblenda contém um metal ainda não assinalado, vizinho do Bismuto pelas propriedades analíticas. [...] Se a existência desse metal vier a se confirmar, propomos que chame Polônio, recordando o nome de um país de origem de um de nós. (Marie Curie, 1898 apud PUGLIESE, 2009, p.63)

Mais uma vez Marie Curie encarou os métodos analíticos de separação, encontrando outra substância ativa que, por um rompante nacionalista, denominou

"polônio" (CARLOS; GUIMARÃES; LOPES, 2016). Em 1898, a pechblenda, por algum motivo, emitia raios ainda mais ativos que o suposto novo elemento. Esse fato sugeria que aquilo que consideraram como um único novo elemento do qual denominaram "polônio" poderia ser, na verdade, mais de um elemento. Portanto, isso fez com que o casal realizasse mais procedimentos experimentais de química analítica a fim de testar as substâncias separadas (PUGLIESE, 2009). Finalmente percebe que havia um segundo elemento radioativo além do polônio, que Marie denominou de rádio.

Durante quatro anos consecutivos, Marie Curie e seu marido se debruçaram no laboratório pela radioatividade. Em 1898, Marie e Pierre Curie apresentaram os elementos químicos – rádio e polônio – que justificariam a radioatividade como um fenômeno geral (QUINN, 1997). Segundo Pugliese (2012), a hiperfosforescência dos raios do urânio foi posta em controvérsia por meio do dispositivo experimental criado por Marie Curie, que levou à radioatividade como fenômeno geral. O caminho para o novo resultado foi longo. Nas palavras de David Gooding (1992), " uma vez que os cientistas chegam a um consenso sobre o status de um fenômeno, entidade ou mecanismo e o escrevem em narrativas experimentais, a ambiguidade ontológica desse fenômeno e a dimensão temporal de sua produção se perdem" (p.75).

Na discussão sobre como se dava a atividade dos raios, a cientista defendia que os elementos químicos de maior peso atômico absorviam "energia externa" e reemitiam em forma de energia radioativa. De acordo com o peso atômico do rádio e do polônio, medidos pela cientista, ambos os elementos foram inscritos e organizados devidamente na tabela de Mendeleev. Compartilhando do dispositivo experimental inaugurado por Marie Curie, outros cientistas continuaram a pesquisa sobre radioatividade e outros possíveis elementos e isótopos radioativos foram descobertos, como o actínio (Debierne) e o radiotório e mesotório (Hahn) (CURIE, 1911a). A partir de 1913, as investigações das causas da radioatividade ganharam novos contornos, com o estabelecimento do modelo atômico de Bohr-Rutherford. Segundo Pugliese(2012), todos que quisessem estudar a radioatividade naquele contexto, teriam que tomar partido do dispositivo experimental de Marie Curie.

Em linhas gerais, as práticas experimentais na radioatividade contaram com um longo e complexo percurso de pesquisas científicas laboratoriais, financiamento, premiações pelas pesquisas, discursos, publicação de resultados, entre outros.

Novamente, é importante ressaltar que as práticas científicas não são dissociadas, uma vez que as premiações são tão parte das práticas experimentais quanto parte das práticas de circulação do conhecimento científico. Entretanto, nas próximas seções, para fins analíticos, discutiremos sobre as práticas de premiações concedidas pelas pesquisas experimentais de Marie Curie.

3.2.3.1 – Premiações pelas pesquisas na radioatividade

A prática de experimentação possui uma relação com as práticas de premiações científicas. O prêmio Nobel é um dos maiores prêmios concedidos aos cientistas e, os discursos na entrega do prêmio representam parte responsável na divulgação e notoriedade do conhecimento, assim como as publicações que já tratamos. Entretanto, na trajetória de Marie Curie, não foi apenas o prêmio Nobel que conferiu notoriedade à cientista, citaremos outros títulos e prêmios que também foram responsáveis pela notoriedade.

Desde o início do trabalho de tese de Marie, os Curie apresentavam os resultados de suas pesquisas em andamento a seus colegas cientistas. A Academia de Ciências de Paris reconheceu a promessa científica de Marie, concedendo-lhe o primeiro e prestigioso prêmio Gegner em 1898, com um significativo prêmio em dinheiro (PASACHOFF, 1996). Nos anos seguintes, Marie e Pierre Curie também começaram a receber convites para palestras no exterior. Segundo Naomi Pasachoff (1996), em suas notas autobiográficas, Marie Curie (1963) reclamou da notoriedade crescente, que começou a atrapalhar o trabalho tranquilo no laboratório, por conta da invasão de repórteres no galpão em que trabalhavam (PASACHOFF, 1996). O assédio dos jornalistas começava a crescer justamente quando o casal começou a ser mais premiado.

Em novembro de 1903, Pierre e Marie Curie receberam uma carta da comissão do prêmio medalha Davy, de bronze (mil libras), pela Sociedade Real de Londres, em reconhecimento às descobertas da química. No mesmo ano, Marie Curie ganhou a medalha de ouro Berthelot da Academia de Ciências, pelo melhor trabalho em química, e a medalha de honra da cidade de Paris. Em 1904, ganhou a medalha Matteucci da Sociedade Italiana de Ciências (PUGLIESE, 2009)[38]. Essas quatro medalhas foram em

[38] Gabriel Pugliese (2009, p.179) lista todos os prêmios, medalhas e títulos honoríficos cedidos a Marie Curie.

comum com Pierre Curie. No final de 1903, seu primeiro Nobel, um prêmio de maior notoriedade e valor monetário (cem mil coroas suecas), também foi dividido com Pierre Curie e com Henri Becquerel. O prêmio Nobel de Física da seguinte forma: Henri Becquerel com a metade do prêmio e Pierre e Marie Curie com a outra metade.

Os prêmios Nobel eram, como agora, concedidos após debater os méritos dos indivíduos cujos nomes foram apresentados por um comitê de nomeações. Na década de 1980, os arquivos do Nobel disponibilizaram pela primeira vez os registros do debate de 1903 (PASACHOFF, 1996). De acordo com esses registros, a comissão do Nobel de Física para 1903 na Academia de Ciências da Suécia estava especulando um prêmio conjunto apenas para Becquerel e Pierre, sem Marie. A rigor, Marie não era uma candidata legítima, pois seu nome não havia sido indicado para o prêmio de 1903 nas primeiras especulações da comissão do Nobel. No entanto, a comissão sueca incluiu Marie e a Academia de Ciências da Suécia concede a Marie e Pierre Curie o prêmio de física.

Pierre e Marie Curie dividiram com Henri Becquerel o Prêmio Nobel de Física de 1903, em reconhecimento ao serviço extraordinário que prestaram por sua pesquisa em conjunto sobre os fenômenos de radiação descobertos por Henri Becquerel. O casal não pôde se descolar à Suécia em dezembro de 1903 para receber o prêmio no ano, mas Pierre foi em 1905, em nome do casal, enquanto Marie Curie se recuperava de uma doença e cuidava de suas filhas (CURIE, 1944). Marie voltou a receber o prêmio em 1911, dessa vez de Química, em reconhecimento aos seus serviços pelo avanço da Química, pela descoberta dos elementos rádio e polônio, pelo isolamento do rádio e pelo estudo da natureza e dos compostos desse notável elemento, apesar do rádio já ter sido descoberto pelo casal antes de 1903.

Marie Curie a primeira e única mulher a ganhar um Prêmio Nobel em duas áreas científicas. Uma mulher foi novamente laureada apenas 32 anos após o primeiro prêmio de Marie e, ironicamente talvez, a filha mais velha do casal Curie, Irène Joliot-Curie, que recebeu, juntamente com o seu marido, Frédéric Joliot-Curie, o Nobel de Química de 1935 em reconhecimento às suas sínteses de novos elementos radioativos. A família Curie é a mais laureada com o prêmio na história do Nobel. De acordo com Marinês Cordeiro e Luiz Peduzzi (2010), os motivos da escassez feminina nas ciências têm sido largamente

tratados e essa discussão pode extrapolar o gênero e adentrar outras minorias excluídas da ciência moderna.

Nas notas autobiográficas, Marie Curie (1963) escreveu sobre a reação deles ao receber o Nobel. Por um lado, o prêmio representou um evento importante, trazendo prestígio e uma quantidade considerável de dinheiro. Com o dinheiro, pela primeira vez, era possível contratarem um assistente de laboratório. Por outro lado, o prestígio era um fardo, porque ansiavam por dias mais calmos, sem a necessidade de dar palestras e sem jornalista os perseguindo (PASACHOFF, 1996).

Após vencer o Nobel, em 1905, Pierre foi nomeado professor na Sorbonne. Enquanto assumia o cargo, Pierre enviou uma carta pedindo novas instalações de pesquisa para o casal. Sua carta surtiu o efeito desejado e a Sorbonne encontrou os fundos não apenas para um laboratório, mas também para uma equipe de três assistentes. O cargo de chefe de laboratório foi oferecido a Marie. Pela primeira vez, a ganhadora do Nobel seria recompensada por seu trabalho não apenas com um título, mas também com um salário (PASACHOFF, 1996). Marie Curie finalmente deixou o galpão na EPCI, o local de seu grande trabalho. Com a morte de Pierre em 1906, Marie é nomeada para assumir o cargo do marido na Universidade de Sorbonne, a primeira mulher a se tornar professora da instituição.

Em relação às premiações, é importante destacar que Marie Curie ingressou na Universidade de Paris para cursar sua primeira graduação em 1891 e é apenas 7 anos depois que a cientista recebe seu primeiro prêmio (prêmio Gegner de 1898) e 12 anos depois que recebe sua primeira medalha (medalha Berthelot de 1903). Os prêmios haviam um valor não só simbólico quanto monetário. Além disso, 15 anos depois, em 1905, que Marie Curie se torna chefe de laboratório na Sorbonne e vê sua primeira oportunidade de ganhar salário. Foram alguns anos de pesquisa, portanto, até que a cientista fosse reconhecida e remunerada por suas pesquisas. Marie Curie trabalhava por longas horas, durante anos e sem salários, e seus primeiros prêmios foram em conjunto com Pierre. O fato aponta para a consideração de que fazer ciência implica em anos sem remuneração e que as premiações dependem contexto em que o cientista se insere, isto é, das relações socioinstitucionais que apresenta no meio acadêmico científico.

3.2.3.2 – Discursos da Conferência Nobel e a experimentação

Nas premiações Nobel, os cientistas dão uma aula pública, também conhecida como Conferência Nobel. A Conferência Nobel é um discurso ministrado pelos vencedores do prêmio, onde discutem a importância de seus trabalhos, sendo relevante para a exposição e divulgação dos premiados. Muita coisa pode ser revelada na análise do discurso da Conferência Nobel dos cientistas, principalmente em relação às práticas experimentais. Nas Conferências Nobel de Pierre Curie (1905) e Marie Curie (1911a)[39], três características importantes de toda experimentação podem ser analisadas, com base em David Gooding (1992).

A primeira característica, de acordo com Gooding (1992) é que "as expectativas nem sempre governam a experiência" (p.68). Isso significa que nem sempre os resultados da experimentação correspondem ao resultado esperado, e isso desencadeia novas pesquisas. A pechblenda, inesperadamente para Marie e Pierre Curie, durante os experimentos, apresentou níveis de radiação maior do que o urânio isolado.

> Medi a atividade de vários minerais; todos eles que parecem ser radioativos sempre contêm urânio ou tório. Mas um fato inesperado foi notado: certos minerais (pechblenda, calcolita, autunita) tinham uma atividade maior do que se poderia esperar com base em seu conteúdo de urânio ou tório. (CURIE, 1911a)

A segunda característica, de acordo com Gooding (1992), é que na prática experimental a agência humana é bastante relevante: "a agência humana em uma sequência de pensamentos e ações, incluindo pensamentos sobre objetos, sobre ações e seus resultados, e ações que levam a novos pensamentos ou objetos" (p.76). Isso conflita com a visão que trata a ciência como individualista (CORDEIRO; PEDUZZI, 2010). Nas Conferencias de Pierre (1905) e Marie (1911a) fica claro que o casal teve acesso aos trabalhos de vários cientistas, como os de Becquerel, cujo trabalho deu o primeiro passo para as investigações, Demarçay, com as análises espectrais, Debierne, que descobriu o actínio e ajudou Marie Curie a isolar o rádio em estado metálico, Rutherford e Soddy, que

[39] Não anexamos os discursos em virtude da extensão de ambos, porém eles se encontram na íntegra e no site do prêmio Nobel. Para ler as Conferências completas:
CURIE, Marie (1911a). Marie Curie - Nobel Lecture 1911. Disponível em https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1911/marie-curie/lecture/. Acessado em 9 de agosto 2020.
CURIE, Pierre (1905). Pierre Curie - Nobel Lecture 1905. Disponível em https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/pierre-curie/lecture/. Acessado 04 de novembro 2020.

propuseram a teoria da transmutação dos elementos a partir dos fenômenos radioativos propostas pelo casal.

> Não conseguirei mencionar apenas as nossas próprias investigações. No começo de nossos estudos sobre o assunto, em 1898, éramos, juntamente a Becquerel, os únicos interessados nessa questão; desde então, mais trabalhos foram feitos e, atualmente, não é mais possível falar de radioatividade sem mencionar os resultados das investigações de um grande número de fisicos como Rutherford, Debierne, Elster e Geitel, Giesel, Kauffmann, Crookes, Ramsay e Soddy, para citar apenas alguns daqueles que fizeram importantes progressos no conhecimento das propriedades radioativas. (CURIE, 1905)

Na Conferência Nobel em 1911 além de falar sobre o dispositivo experimental que criou, Marie Curie faz referência a outros cientistas que a precederam e/ou sucederam nas pesquisas e deixa claro a participação do marido.

> Há cerca de 15 anos a radiação de urânio foi descoberta por Henri Becquerel, e dois anos depois o estudo desse fenômeno foi estendido a outras substâncias, primeiro por mim, depois por **Pierre Curie e eu**. Este estudo levou-nos rapidamente à descoberta de novos elementos, cuja radiação, embora fosse análoga à do urânio, era muito mais intensa. Todos os elementos que emitem tal radiação eu denominei de radioativos [...] A Academia Sueca de Ciências teve a gentileza de celebrar o nascimento desta ciência ao conceder o Prêmio Nobel de Física aos primeiros trabalhadores na área, **Henri Becquerel, Pierre Curie e Marie Curie** (1903). Daquela época em diante, vários cientistas se dedicaram ao estudo da radioatividade. Permitam-me recordar um deles que, pela certeza do seu juízo, pela ousadia das suas hipóteses e pelas numerosas investigações realizadas por ele e pelos seus alunos, conseguiu não só aumentar os nossos conhecimentos, mas também classificá-los. [...] Fico feliz em lembrar que **Rutherford** veio a Estocolmo em 1908 para receber o Prêmio Nobel como uma recompensa bem merecida por seu trabalho.
> [...]É, portanto, minha tarefa apresentar a vocês o rádio em particular como um novo elemento químico, e deixar de lado a descrição dos muitos fenômenos radioativos que já foram descritos nas Conferências Nobel de **H. Becquerel, P. Curie e E. Rutherford.** Antes de abordar o assunto desta palestra, gostaria de lembrar que as descobertas do rádio e do polônio foram feitas por **Pierre Curie em colaboração comigo** [...] O trabalho químico que visa isolar o rádio no estado de sal puro e caracterizá-lo como um novo elemento foi feito especialmente por mim, mas está intimamente ligado ao nosso trabalho comum. (CURIE, 1911a, grifos nossos)

Ainda sobre a agência humana, o Gooding (1992) afirma que "os observadores precisam trabalhar para obter a experiência que desejam ou para construir algo que possam comunicar" (p.68). Marie Curie e Pierre Curie se debruçaram no laboratório para isolar os elementos da pechblenda e provar/comunicar a existência de outros elementos além do uranio radiativos, mesmo sem a Academia de Ciências ter levado a sério. Além disso, Cordeiro e Peduzzi (2010) destacam que a ciência que estava sendo construída por eles nada tinha de ateórica. Esse fato transparece na Conferência Nobel de Pierre Curie,

quando ele menciona a assunção de novos elementos radioativos e, a partir dessa hipótese, a procura por eles:

> Madame Curie estudou os minerais contendo uranio e tório e, de acordo com todos os pontos de vista já citados, todos eles eram radioativos. Mas, ao fazer as medidas, ela notou que alguns deles eram mais radioativos do que deveriam ser, de acordo com seus conteúdos de uranio e tório. Madame Curie assumiu que essas substancias continham elementos químicos radioativos que eram até então desconhecidos. Nós, Madame Curie e eu, tentamos encontrar essas novas substancias hipotéticas no minério de uranio, a pechblenda. [...] e então (com a colaboração de Bemont), uma segunda substancia altamente radioativa, próxima ao bário, que chamamos de rádio. (CURIE, 1905)

A terceira característica fundamental da experimentação, que pode ser analisada nas Conferências Nobel do casal, de acordo com Gooding (1992), é "a ausência de estrutura lógica linear, é a complexidade e não linearidade da experimentação" (p.68). De fato, na conferência de Pierre e Marie Curie pode-se perceber que o casal não seguiu uma sequência linear de experimentação. Ocorreu um ir e vir no percurso experimental, muito por conta de resultados que não correspondiam com as expectativas dos cientistas, até chegar na radioatividade como "fenômeno geral". Os discursos de Marie Curie sobre seu procedimento experimental, na cerimônia do Nobel não podem ser encarados como um processo linear da experimentação, apesar da cientista narrar a ordem dos acontecimentos. Os experimentos para isolar os elementos sofreram sequências complexas, além de controvérsias e colaboração de outros cientistas (Wilhelm Röntgen, Henri Poincaré, Henri Becquerel, Pierre Curie) até chegar na radioatividade como fenômeno (GOODING, 1992).

A leitura dos discursos na Conferência Nobel de Marie Curie e de Pierre Curie revelam muito sobre as práticas científicas que sustentam a ciência. Essas características nos fazem entender que a experimentação é um processo longo e complexo. Para participar desse processo são necessárias condições favoráveis, que incluem financiamento, um local de trabalho ideal, disponibilidade de tempo e dedicação, e a colaboração entre cientistas.

4 - O exemplo Marie Curie na Ciência e no Ensino

A pesquisa histórica desenvolvida nessa dissertação sobre a visibilidade de Marie Curie na ciência mostra que para uma mulher é possível fazer ciência, ser reconhecida e ganhar prêmio Nobel. Porém, essa pesquisa indica que a ciência se constitui por práticas científicas e as mulheres precisam participar das práticas científicas validadas no contexto em que vivem, para serem visíveis na ciência. Fora isso, para participar das práticas científicas, as mulheres necessitam de alianças e condições favoráveis.

Algumas das condições necessárias para participar de práticas científicas e se inserir na ciência com o devido reconhecimento que a pesquisa realizada nos mostrou para o caso de Marie Curie são: condições de migração para grandes centros de produção de conhecimento; oportunidades de dedicar-se ao estudo e pesquisa durante anos da vida, muitas vezes sem remuneração; conciliar confortavelmente os trabalhos de esfera privada com os trabalhos da esfera pública, sem que os trabalhos de reprodução social impeçam a carreira científica; acesso a uma faculdade ou universidade de prestígio na produção de conhecimento científico; relações socioinstitucionais profícuas, como a aliança com influentes cientistas; e acesso ao conhecimento científico produzido por outros cientistas.

A nossa fundamentação teórico-metodológica exposta no capítulo 1 ajuda a ler o caso Marie Curie na História da Ciência mostrando que, por um lado, em sua trajetória profissional a cientista encontrou obstáculos fincados pelo patriarcado e, por outro lado, determinadas condições favoráveis que a permitiu participar das práticas científicas. Um primeiro obstáculo se expressa na institucionalização da educação feminina, clandestina na Polônia e incipiente na França. Marie Curie, então, migrou à França para estudar. Um segundo obstáculo se expressa na estratégia da complementariedade sexual, isto é, no fato do trabalho em conjunto com o marido proporcionar maior reconhecimento. Marie Curie teve em sua trajetória a complementariedade sexual de forma estratégica para o seu sucesso. Um terceiro obstáculo refere-se ao trabalho de reprodução, isto é, a necessidade e a dificuldade de conciliar os ofícios de cientista e mãe. Marie Curie tinha auxílio de babás e não foi capturada em totalidade pelos trabalhos de reprodução. E um quarto obstáculo é a necessidade de estabelecer relações sociais entre pares profícuas para o reconhecimento do seu trabalho científico. Marie Curie estava na França, grande centro

de circulação do conhecimento científico, ao lado de Pierre Curie, e pesquisando um tema de interesse à comunidade científica, o que lhe proporcionou tais relações profícuas.

Em revistas de química e ensino, como vimos no capítulo 2, Marie Curie é um caso muito citado, mas comumente a cientista é reconhecida como brilhante e excepcional (EL JAMAL; GUERRA; 2020). Entretanto, nossa pesquisa indica que seu reconhecimento e destaque na literatura, quando se trata de participação feminina na história da ciência, não se deve exclusivamente à sua genialidade, mas sim, porque ela conseguiu participar ativamente das práticas científicas validadas no contexto em que viveu. Sendo assim, a tratamos como um caso de exceção enquanto mulher na ciência e consideramos que as invisibilidades de mulheres na ciência são, em grande parte, devido às condições desfavoráveis que as impossibilitam de participar de práticas científicas.

Quando autores como Farias (2001) utilizam o exemplo de Marie Curie na historiografia da ciência embasados em uma visão otimista de que há mulheres na ciência, que o feminismo mudou a ciência e elas foram responsáveis pela mudança, fazem-nos esquecer que esse caso é uma exceção na História da Ciência. Dessa forma, defendemos que o exemplo Marie Curie não pode ser suficiente para generalizarmos uma vitória feminina na ciência. Nesse capítulo, defenderemos que o exemplo de Marie Curie na educação em ciências pode ser mais potente para mostrar o que de fato é preciso para uma mulher fazer ciência do que para generalizar uma vitória feminista. Também nesse capítulo, traçaremos uma crítica ao uso da personagem Marie Curie como exemplo de representatividade para as alunas e mulheres brasileiras, propondo formas mais profícuas de usar tal exemplo na educação em ciências pretendida.

Para começar a construir nosso argumento, destacamos a consideração de Harding (1986; 2015) de que a objetividade da ciência praticada pela maioria das comunidades científicas é fraca, devido à homogeneidade característica dessas comunidades. Para autora, a ampliação da objetividade, algo desejado pelos que fazem ciência, acontece na medida em que as perspectivas dos marginalizados, pobres, negros e mulheres, passam a ser consideradas na construção da ciência. Assim, a ampliação da objetividade da ciência quando da inclusão da perspectiva das mulheres na ciência, não se trata de uma única categoria homogênea de mulheres. Isto é, não ocorrerá em termos apenas de uma comunidade auto satisfeita de mulheres brancas de classe média. As mulheres possuem

diferentes e complexas facetas de raça/etnia, classe e gênero e isso precisa ser considerado quando buscamos maior representatividade na ciência.

Com base nessas considerações e no destaque da introdução de que educação em ciências, ao tratarmos do ensino de ciências para alunas de escolas brasileiras, nos referimos àquelas alunas e àquelas mulheres que fazem parte da ampla maioria da população, constituída de mulheres, negras, de classes sociais desfavorecidas, sob condições de sub-representação (HARDING, 2015; BIROLI, 2018), defendemos que não há problema em destacar os obstáculos e as conquistas de Marie Curie, desde que a cientista não se torne um exemplo de heroína para o ensino de ciências. Isso porque há um perigo na utilização de seu exemplo sob um discurso de "representatividade heroica". Quando se adota tal abordagem, considera-se que o exemplo Marie Curie serve de representatividade para todas as alunas no ensino de ciências, o que não é possível visto a multiplicidade de categorias de identidade e suas contradições. Com isso, ao considerarmos a Marie Curie como exemplo de representatividade para todas as mulheres, corremos o risco de não construir espaços no ensino para que as alunas percebam que muitas mulheres foram e estão invisibilizadas na ciência. Fora isso, corre-se o risco de levar as alunas a assumir, ingenuamente, que as exceções são vitórias feministas e as que as lutas estão acabadas.

Nosso referencial teórico-metodológico nos leva a defender que, ao tomarmos o exemplo de Marie como o de representatividade para todas as mulheres, reforçamos o pensamento liberal e meritocrático de que todas as mulheres sofrem as mesmas dificuldades relacionadas exclusivamente ao gênero (SAFFIOTI, 2015; BIROLI, 2018). Entendemos ser importante discutir a participação de mulheres na ciência de forma a mostrar às alunas brasileiras a posição de mundo em que ocupam. Assim, podemos potencializar compreensões que encaminhem críticas ao patriarcado, incentivando a luta/ativismos desde a educação básica por condições melhores para a ampla maioria das mulheres.

No estudo do caso Marie Curie e das práticas científicas presentes no desenvolvimento da radioatividade no início do século XX, conseguimos analisar algumas categorias/facetas da identidade científica: gênero, etnia e classe social. Isso é feito baseado no "nó frouxo" entre as contradições presentes nessas categorias, trazido por Saffioti (1976; 2015). E a partir do estudo das práticas científicas que sustentaram o

desenvolvimento da radioatividade e das categorias de identidade de Marie Curie, chegamos a resultados de análise que podemos levar à educação em ciências para justificar a visibilidade de Marie Curie enquanto mulher na História da Ciência. Essas análises são apresentadas nas seções a seguir.

4.1 - As categorias gênero, etnia e classe social no caso Marie Curie

A utilização da figura de Marie Curie no ensino de forma reincidente, como apontaram os resultados da revisão na literatura apresentada no capítulo 2, mostra que, outras figuras femininas não parecem tão reincidentes, ou nem aparecem, pois foram invisibilizadas tanto pela História da Ciência quanto pela historiografia da História da Ciência. Defendemos que o exemplo Marie Curie educação em ciências pode ser utilizado na educação em ciências de forma a cumprir com nosso objetivo, isto é, para discutir o que é preciso para uma mulher tornar-se visível na história da ciência. No caso Marie Curie, escolhemos três categorias da identidade da cientista, que se relacionam com as práticas científicas e que permitem discutir sua visibilidade. São categorias estruturantes da sociedade e foram escolhidas com base em Avraamidou (2019) e Saffioti (2015): gênero, status étnico[40] e classe social.

A categoria classe social apresenta relações com as práticas científicas, em especial as práticas de migração e institucionalização das ideias do cientista em grandes centros de circulação do conhecimento. No caso, Maria Sklodowska vinha de uma família de professores convictos, que tiveram condições de mandar suas filhas ao exterior, para que continuassem os estudos. Sua irmã mais velha Bronislawa foi à França para estudar medicina e, em seguida, Maria Sklodowska foi em busca de seus estudos na Faculdade de Ciências de Paris. Sua migração contou com o apoio da irmã, com quem morou assim que chegou a Paris, e com a ajuda financeira do seu pai na Polônia (QUINN, 1997).

A prática de migração a um centro de pesquisa maior, como era a França para a ciência do século XIX, foi fundamental para o sucesso de Marie Curie. Além disso, a

[40] Utiliza-se status étnico ao invés de etnia, porque Marie Curie não muda sua etnia. Ao se casar com um francês e tornar seu nome francês, ela muda apenas seu status, isto é, a forma como é reconhecida pelos outros.

prática de experimentação revela que fazer ciência implica em financiamento para ter um laboratório, os recursos necessários para realizar os experimentos, e para se manter durante os longos anos de dedicação à pesquisa. Como mostra Weisz (1983), a Faculdade de Ciências da Universidade Paris-Sorbonne atraía o maior número de matrículas de estudantes estrangeiros e de outras províncias francesas. Por outro lado, Moulinier (2002) mostra que o bairro mais próximo à Universidade de Paris-Sorbonne, por ser na capital, tinha altos custos de moradia.

A migração também foi fundamental no reconhecimento da cientista nas práticas de premiação e na circulação do conhecimento científico por meio de publicações. Como já mencionado, no século XX, Grã-Bretanha, França e Alemanha dominaram a publicação de revistas científicas no décimo nono século, em grande parte devido a sua liderança na pesquisa científica (FYFE, 2016). Considerando a proeminência do empreendimento científico na França, o fato de Marie Curie ter condições materiais para migrar foi fundamental para sua visibilidade.

A categoria status étnico também apresenta relações com as práticas científicas. A visibilidade de cientistas depende de sua etnia, tanto geograficamente quanto política e socialmente (AVRAAMIDOU, 2019). Geograficamente, porque a França estava dentro dos países *mainstream* na produção do conhecimento científico, isto é, em uma geografia do privilégio para a ciência (LIVINGSTONE, 2003). Ser uma cientista trabalhando em centros de conhecimento hegemônicos no século XIX, foi importante para a circulação do conhecimento, a institucionalização de suas ideias e sua notoriedade. E política e socialmente, porque Marie Curie sofria ataques de jornais eugenistas franceses sobre sua naturalidade polonesa e preconceito dos meios acadêmicos por ser uma mulher estrangeira (PUGLIESE, 2012).

Em seu contexto, uma cientista que não fizesse parte de países hegemônicos estaria mais próxima à invisibilidade do que à visibilidade. Porém Marie Curie, ao se casar, ganhou uma nova nacionalidade que lhe permitia ser reconhecida pelo meio acadêmico científico e pelo mundo nos diários de circulação como uma eminente "cientista francesa" (QUINN, 1997; FYFE, 2016). A ida à França, além de conferir à cientista maiores possibilidades de inserção nas práticas científicas para a consolidação da radioatividade, conferiu um status étnico de prestígio, que nem todas mulheres do

Império Russo, interessadas em ciência e medicina, tiveram (WEISZ, 1983; PICARD, 2010; SIGRIST, 2009).

Na França, a cientista mudou seu status étnico e suas condições de trabalho. Marie Curie, estava em um centro de pesquisa e de divulgação científica de destaque na Europa, incluindo a pesquisa de Henri Becquerel, que apresentou à Marie Curie a radiação do urânio, interessando-a a prosseguir no tema. Essas considerações sobre a relevância da etnia para a visibilidade de uma mulher na ciência nos levam a pensar sobre a invisibilidade conferida às mulheres não brancas e de fora da Europa ocidental.

As contradições da categoria gênero estão presentes nas práticas científicas. Maria Sklodowska já sofria tais contradições, desde sua vida na Polônia. Em seu país de origem não era permitido a educação feminina e as mulheres deveriam estudar nas *Flying University* ou migrarem para o estrangeiro se desejassem prosseguir os estudos no ensino superior (PUGLIESE, 2012).

Marie Sklodowska conseguiu ingressar na Sorbonne, a universidade francesa que era uma das mais respeitadas e tradicionais do mundo todo, e uma das poucas que aceitava mulheres e estrangeiros, como discutido no capítulo 3. Mas na França o ambiente também era hostil em relação a mulheres e estrangeiros. Na Polônia, o poder exercido sobre as mulheres era uma demanda do Estado. Na França republicana, a hostilidade era mais sutil, porém, não menos intensa. Nesse sentido, na prática de experimentação, podemos notar que Marie Curie precisava de um tema de pesquisa de doutorado na Universidade de Paris-Sorbonne bom o suficiente para fazer esquecer, em partes, que era uma mulher e estrangeira na ciência (PUGLIESE, 2012).

Em apenas cinco anos de estadia na França, Marie Curie torna-se professora no ensino secundário de meninas. Como apresentado por Weisz (1983), a maioria das mulheres no mesmo contexto ingressavam mais em cursos de literatura do que em outras áreas do conhecimento, com o objetivo de tornarem-se docentes, enquanto homens procuravam pelas carreiras científicas, tecnológicas ou direito. O curso da história fazia acreditar que a carreira mais promissora para tais mulheres era tornarem-se professoras, quase como única opção (WEISZ, 1983). A posição de educadoras às mulheres também se enquadra como uma expressão da sujeição das normas de gênero (BUTLER, 2003).

Marie Curie teve que se submeter às relações de poder derivadas do gênero para que pudesse ser melhor aceita enquanto mulher no meio acadêmico e científico. Em todo

o seu trabalho de pesquisa no laboratório, Marie esteve acompanhada de seu marido. Na França, o casamento com Pierre Curie e o trabalho em casal a permitiu, assim como a outras mulheres na História da Ciência, maior destaque em suas pesquisas (HARGITTAI, 2015). A análise das práticas científicas, como as Conferências Nobel e o percurso experimental de Marie Curie na consolidação da radioatividade evidencia a complementariedade sexual (PUGLIESE, 2012; HARGITTAI, 2015; KELLER, 1985). Como apontado por George Wesz (1983), na primeira metade do século passado, não era permitido ou comum mulheres em muitas universidades da Europa, principalmente nas Faculdades de Ciências. Então, estar casada com um cientista experiente abria portas para a oportunidade de trabalhar na ciência (HARGITTAI, 2015).

A política familiar-acadêmica aparece como outra condição para a visibilidade feminina na ciência. Conforme Pugliese (2012), significa dizer que a partir da família, mulheres estavam amparadas por um status que lhe conferia credibilidade. A política familiar acadêmica não é apenas sobre trabalhos em "casais", mas também entre outros parentes da família, como os filhos. Ter um mesmo sobrenome, pertencer à mesma família, facilitava a entrada e a permanência na academia e na pesquisa científica, por exemplo. Uma família que carrega o mesmo sobrenome e se envolve em uma mesma pesquisa, apresenta privilégios na carreira. É mais fácil, portanto, para um filho seguir a carreira científica tendo um(a) pai/mãe que já está no meio científico acadêmico para mediar as relações socioinstitucionais necessárias ao reconhecimento. Um exemplo é Henri Becquerel, que dava continuidade às pesquisas de seu pai. A família Curie é um outro exemplo. Ter pais cientistas e premiados com o Nobel significava facilitar as condições no meio acadêmico científico para Irène Curie, que também deu segmento à pesquisa de seus pais sobre a radioatividade (CURIE, 1944).

A complementariedade sexual e a política familiar significam tanto a submissão feminina ao masculino, quanto uma forma de obter vantagens socioinstitucionais. Durante as práticas experimentais, o casal precisava de um local para fazer os experiemntos e financiamento para obter o minério pechblenda que utilizavam nas pesquisas de separação do urânio. Em nome do casal, Pierre Curie saiu em busca do local e de recursos. Segundo Pugliese (2012), o cientista conseguiu a pechblenda devido por ser homem e ter boas relações socioinstitucionais.

Apesar de transitarem por ambientes masculinos, as mulheres estavam longe de

serem bem aceitas na França (QUINN, 1997). Mulheres eram "protegidas" pela lei, pois assim poderiam ser afastadas da competição no mercado de trabalho, dedicando-se integralmente ao marido e à maternidade, isto é, aos trabalhos de reprodução e domésticos (FEDERICI, 2019; SCHIEBINGER, 2001). O código Civil da França, apesar de suas modificações, desde a Revolução Francesa expressava explicitamente seu caráter patriarcal:

> No código Civil estabelecido à época dos Curie, o artigo 213 estipulava que "o marido deve proteger sua esposa e esta deve obedecer a seu marido", um item que não foi removido até 1938. O artigo 1124 do Código Civil julgou Marie Curie incapaz, uma condição que as mulheres casadas compartilhavam com as crianças e os doentes mentais [...]. A cláusula permaneceu em vigor até 1938. Até julho de 1907, não se reconhecia o direito das mulheres casadas de usufruir os "frutos de seu trabalho" nem de associar a um sindicato ou de receber pensão. O direito ao voto, porém, só foi obtido em 1944, com um atraso de dez anos para que Marie Curie pudesse exercer seu dever de cidadã (WIRTÉN, 2015 *apud* CARLOS; GUIMARÃES; LOPES, 2016, p.16)

Dentro da Faculdade de Ciências de Paris a desigualdade também reinava, de modo que poucas mulheres ali estavam – duzentos e dez para nove mil estudantes no geral (QUINN, 1997). Marie Curie estava sob a estratégia da complementariedade sexual e da política familiar-acadêmica, que ao mesmo tempo que refletiam desigualdades de gênero, as amenizavam. A escolha do tema de doutorado de Marie Curie também foi uma estratégia, na medida em que um tema em alta e de interesse à comunidade científica, permitia de certa forma amenizar as desigualdades de gênero, conforme Pugliese (2012). Na prática científica da experimentação, podemos perceber como se desenvolvem as controvérsias científicas em torno à radioatividade entre os cientistas que compartilham do mesmo contexto. O dispositivo experimental criado por Marie Curie era inédito e interessava a cientistas ao redor do mundo, o que lhe garantiu reconhecimento (PUGLIESE, 2012).

As práticas de divulgação do conhecimento científico naquele contexto também se relacionam à categoria gênero. Por ser mulher, Marie não podia apresentar aos pares suas próprias conclusões **(**HARGITTAI, 2015). Como vimos no capítulo 3, em muitas comunicações, Marie desempenhava o papel de colaboradora do marido. O poder alinhava-se na estratégia de manter Marie Curie aparecer como extensão do marido (PUGLIESE, 2012). No entanto, esse papel também criava momentos de visibilidade para ela, isto é, sendo esposa de Pierre conseguia que seus resultados fossem lidos por outros homens do meio e que ela ocupasse territórios intocáveis para as mulheres. Apesar de

colocada algumas vezes como assistente de seu marido, ou “o casal Curie”, Pierre e Marie Curie mencionavam um ao outro em suas publicações e/ou discursos, o que dava notoriedade a ambos.

Parte do sucesso de Marie Curie e da consolidação de uma imagem de prestígio da cientista se deve à complementariedade sexual no trabalho em casal, uma estratégia intencional ou não, que lhe garantiu maior penetrabilidade no espaço de formação acadêmica e no meio científico. Ao considerá-la como esposa de Pierre, seu entorno a aceitava ocupando um lugar incomum dentre muitos homens, sendo por muito tempo a única mulher nos Congressos de Solvay, uma série de conferências científicas em Bruxelas iniciadas em 1911 e que ocorriam a cada três anos (PUGLIESE, 2012). Desde a primeira Conferência até a sétima, em 1933, nenhuma mulher além de Marie Curie participou.

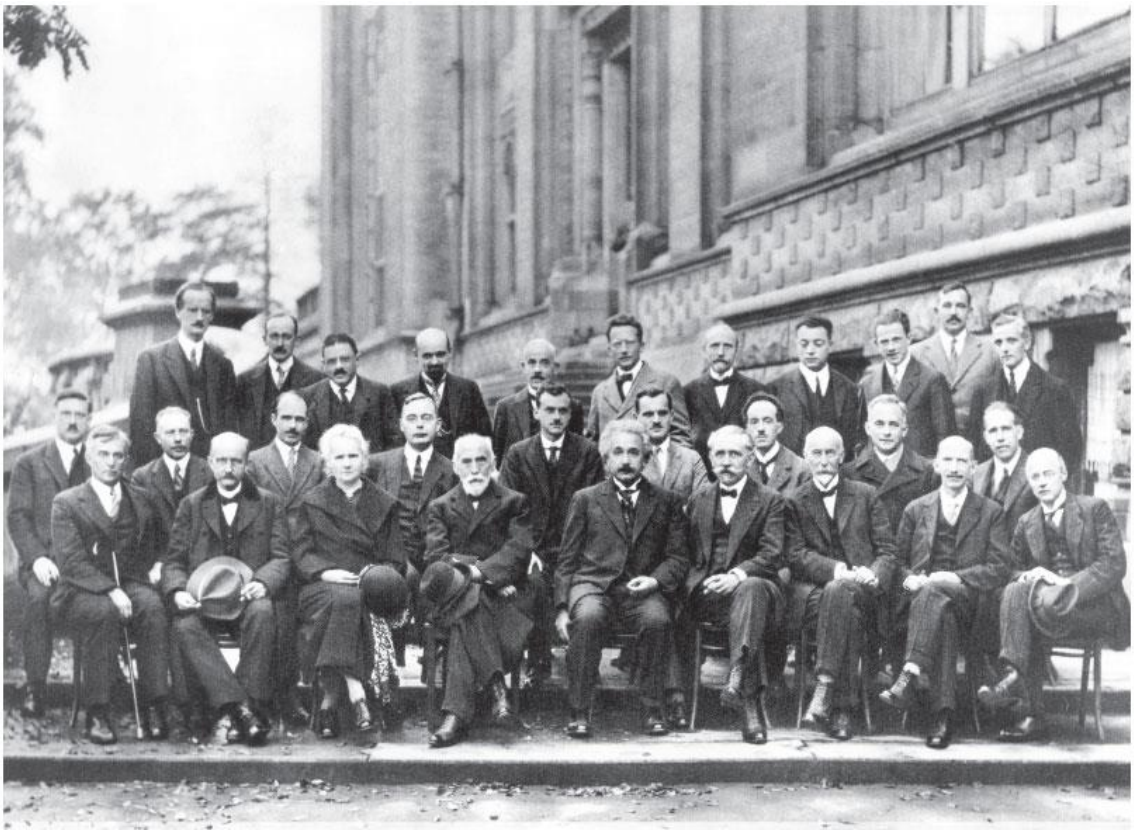


Figura 5 - Marie Curie na quinta Conferência Solvay de Mecânica Quântica, 1927.

FONTE: Bolzani (2017).

A maior penetrabilidade no espaço acadêmico e científico também se deve à possibilidade de a cientista trabalhar fora de casa, mesmo sendo mãe. A fundamentação

teórico-metodológica revela que a responsabilização do gênero pelos trabalhos de esfera privada é um impeditivo histórico para a participação das mulheres na ciência. Tanto sobre o gênero quanto sobre a classe social, as práticas experimentais relevam que Marie Curie dedicou-se longos anos ao seu trabalho na ciência junto ao trabalho da maternidade graças à condição de ter a ajuda de outra mulher para cuidar de suas filhas. Como visto na seção 3.1, na leitura de seu diário de 1906, ela menciona a babá Emma em seus relatos.

Em linhas gerais, a visibilidade de pessoas na ciência parece ter relação com a classe social, raça/etnia e o gênero. A análise das contradições entre as categorias de identidade de classe, gênero e raça/etnia ajudam a pensar sobre os obstáculos que a cientista teve de enfrentar para se tornar visível e a compreender que é na falta de possibilidades para enfrentar essas contradições, que se justificam a invisibilidade de outras mulheres. A seção seguinte apresenta como a análise das práticas científicas e das categorias de identidade nos ajudam a discutir mais sobre a invisibilidade de outras mulheres na história da ciência.

4.2 – A visibilidade de Marie Curie e a invisibilidade de outras mulheres

A visibilidade de Marie Curie – e a invisibilidade de outras mulheres na ciência – se expressa em diversos fatos. Dentre eles, o fato dela ter sido a primeira mulher formada em ciência, primeira professora e primeira mulher no laboratório da Sorbonne em 1906; foi a primeira mulher na ciência laureada com o Nobel; a primeira pessoa a receber dois prêmios Nobel; a única mulher que recebeu dois prêmios Nobel; a única pessoa que recebeu dois prêmios Nobel na ciência em diferentes categorias; e a única mulher cuja filha também recebeu Nobel (HARGITTAI, 2015). A cientista ser a “primeira” ou a “única” em muitos desses fatos citados, expressa não só a sua visibilidade, mas também a ausência, a invisibilidade, de outras mulheres na ciência. Marie Curie se inseriu e se destacou no meio acadêmico-científico de forma diferente de outras mulheres que também haviam ingressado na mesma época na Universidade Paris-Sorbonne.

Analisando as práticas cientificas na consolidação da radioatividade pela HCC e as categorias de identidade, torna-se evidente que não seria possível a Marie Curie ocupar

um espaço incomum para mulheres, tornar-se visível, sem condições favoráveis para isso. Das condições favoráveis para Marie Curie pode-se destacar que: a cientista recebeu apoio dos pais, professores convictos, e havia a oportunidade de migrar em 1891 para estudar em Paris, capital com altos custos de moradia (PERROT, 2006); estudou na prestigiosa Universidade de Paris, um dos centros do conhecimento científico no século XIX-XX (PICARD, 2010; WEISZ, 1983); casou-se com um cientista bem estabelecido no meio acadêmico-científico, obtendo uma nacionalidade francesa e conquistando uma política familiar-acadêmica para si e para sua filha Irène Curie (PUGLIESE, 2012; CURIE, 1944); e dedicou toda a sua vida à ciência sem que o trabalho de reprodução social/doméstico a impedisse de seguir a carreira científica.

Sobre essa última condição favorável, retomamos a questão levantada na fundamentação teórica que estabelece a relação entre a norma de gênero e a responsabilização da mulher aos trabalhos de reprodução/domésticos. Manter-se na ciência significa ausentar-se das responsabilidades domésticas, o que requer padrões financeiros de vida favoráveis. Esse cenário justifica a desproporcionalidade e a invisibilidade de diversas mulheres na História da Ciência, em comparação com os homens, como aponta a revisão na literatura (capítulo 2).

Muitas mulheres na história da ciência participaram do trabalho científico dentro de seus espaços domésticos ou não tinham possibilidades de engrenar em meios acadêmicos e dedicar-se à ciência. Donald Opitz (2016) conta sobre a alemã Agnes Pockels (1862-1935), que experimentava filmes de superfície na década de 1900 em sua cozinha e precisava lidar com as exigências das responsabilidades domésticas que, no seu caso, eram os cuidados com idosos, impedindo sua dedicação à pesquisa. Schiebinger (2001) também menciona sobre Margaret Huggins (1848-1915) (esposa do astrônomo britânico Wiiliam Huggins), Edith Clements (1874-1971) (esposa do ecologista Frederic Clements), e Mileva Maric (1875-1948) (esposa de Albert Einstein), que contribuíram silenciosamente para as carreiras de seus maridos, um fenômeno que persiste ainda hoje.

Analisando as práticas de experimentação, Quinn (1997) conta que Marie Curie se dividia entre fazer seus experimentos e amamentar Irène, sua filha de poucos meses, o que dificultava o andamento das pesquisas. Sabe-se que Marie Curie passava longas horas no laboratório e que a prática de experimentação no desenvolvimento da radioatividade perdurou muitos anos. Ela criou duas filhas conciliando seus trabalhos e, além disso, em

1903 a cientista teve que lidar com o trauma de um aborto. Marie Curie viveu as dificuldades do gênero em dividir seu trabalho doméstico com o trabalho de cientista, entretanto, é importante destacar que ela não foi capturada em sua totalidade pelos trabalhos de reprodução/domésticos. Portanto, Marie Curie contava com a ajuda de babás para suas filhas, o que ampliava suas possibilidades de trabalho fora de casa. Enquanto contava com babás para ajudá-la a cuidar de suas filhas, a cientista dedicava-se durante anos às práticas experimentais de separação do polônio e do rádio.

Pensando na visibilidade de Marie Curie e na invisibilidade de outras mulheres, será que podemos considerar que a cientista emancipou a participação feminina na ciência? A presença de Marie Curie na Faculdade de Ciências de Paris e o seu dispositivo experimental que interessou ao mundo todo, de fato, demonstrou imensa importância e um marco na história das mulheres, principalmente na França. A pesquisa de Weisz (1983) revela um aumento significativo das mulheres nos cursos de ciências do país no início do século XX, momento em que Marie Curie e suas pesquisas já eram suficientemente reconhecidas. Entretanto, mesmo após o caso Marie Curie, e até hoje, poucas mulheres são visíveis na ciência. No prêmio Nobel de Química por exemplo, apenas sete mulheres até hoje foram nomeadas dentre 186 indivíduos. E na revisão da literatura (capítulo 2) em revistas de química e ensino latino-americanas, em 72 artigos sobre a participação de homens e mulheres, apenas 15 falavam de mulheres sendo 9 de Marie Curie. Esses dados mostram que, apesar do caso Marie Curie ter criado um novo território para as mulheres, ainda não se tornou fácil uma mulher fazer ciência. O exemplo Marie Curie é uma exceção, e não regra (EL JAMAL; GUERRA, 2020).

Na análise das práticas experimentais também pode-se destacar que a cientista se dedicou por muitos anos ao seu laboratório. Percebe-se que o casal não seguiu uma sequência linear de experimentação (GOODING, 1992). Cada novo experimento dependia de uma nova suposição e de novas técnicas até que se encontrasse o rádio e o polônio.

As considerações anteriores indicam que além de mulheres não poderem ser capturadas pelos trabalhos de reprodução/domésticos em totalidade, para manterem-se na ciência, é preciso que tenham condições materiais para se dedicar à carreia muitas vezes sem remuneração. Considerando a ausência dessas condições materiais para a ampla

maioria das mulheres no mundo, como aponta Harding (2015), podemos concluir que não é fácil para uma mulher participar da ciência.

As discussões acima mostram que as dificuldades fincadas às mulheres são tamanhas de modo que a proporção de mulheres invisíveis na ciência se torna maior do que as visíveis. Sobre a impossibilidade de um exame cuidadoso da história da ciência revelar equidade de gênero, El Jamal e Guerra (2020) lançam uma pergunta: se o raciocínio científico é uma competência que todos podem alcançar, então, por que as mulheres parecem estar de fora da história da ciência? Respondendo à pergunta, o fato de mulheres estarem em menor proporção na História da Ciência, nos leva a considerar que muitas mulheres ficam de fora da ciência, são invisíveis, devido às condições desfavoráveis para as mulheres no patriarcado. Dentre essas condições desfavoráveis destacamos a consolidação de uma epistemologia predominante machista na ciência, a desigualdade de gênero, as expectativas e normas de gênero e os consequentes papéis sociais presumidos para as mulheres, a responsabilização feminina pelo trabalho de reprodução/doméstico, a falta de recursos financeiros para ingressar nas práticas científicas, manter-se na ciência e ter o reconhecimento do trabalho científico.

4.3 - Implicações sobre o uso do exemplo Marie Curie para a representatividade

A fundamentação teórico-metodológica apresentada no capítulo 1 (seção 1.6) traz autoras que defendem a necessidade de reconhecimento entre alunas e pessoas que fazem ciência e a sobreposição entre a identidade de alunas e a identidade científica, para que as alunas não sejam excluídas da ciência (CARLONE *et al*, 2015; BRICKHOUSE *et al* 2000). Isso porque o problema de exclusão de mulheres na ciência começa desde o ensino de ciências, momento em que as alunas aspiram suas carreiras profissionais do futuro. Sendo assim, parece importante incluir as meninas na ciência e no ensino de ciências e que haja exemplos de mulheres na ciência para promover o reconhecimento. Entretanto, algumas implicações devem ser feitas quanto ao uso de exemplos de representatividade feminina.

A primeira implicação é sobre as ideias de representatividade feminina, que podem cair na armadilha do identitarismo. A crítica ao identitarismo é trazida de forma mais elaborada por Fanon (2008) e Almeida (2019). Identidade é diferente de identitarismo, e a armadilha se dá porque o identitarismo é baseado em um essencialismo estratégico que fetichiza o "ser mulher", como se fosse uma característica essencial, enquanto, na verdade, são características criadas pela modernidade (FANON, 2008; ALMEIDA, 2019). A representatividade é importante para pessoas negras, transexuais, mulheres, mas, ao mesmo tempo, é necessário assumir que as identidades são socialmente construídas. Isso significa que incentivar representatividade é importante no ensino, porém tendo em mente que as alunas não são livres para serem o que desejarem. Assim como aquilo que as mulheres são, não é definido por aquilo que elas querem ser.

A segunda implicação se dá no fato de que a realidade da vida de uma mulher cientista utilizada como exemplo pode ser completamente diferente da realidade da aluna que a toma como referência. Isso significa que os exemplos podem até inspirar, mas não são o suficiente para as meninas fazerem ciência. Dessa forma, na busca de construção de identidades que se sobreponham à identidade escolar, como apontadas por Brickhouse (*et al* 2000; 1994), devemos atentar em não reforçar a ideia de que para uma mulher fazer ciência basta que ela queira. Na apresentação de exemplos de mulheres no empreendimento científico, é fundamental destacar que, apesar de serem todos capazes de alcançar o raciocínio científico, não é simples fazer parte do empreendimento científico sendo mulher em uma sociedade patriarcal.

Como encorajar a ação sociopolítica na educação em ciências é um dos objetivos da dissertação, o mais importante não é promover a construção de identidades que acreditem no seu potencial feminino de fazer ciência e depositem todas as esperanças na meritocracia, mas sim, que as alunas possam examinar criticamente suas posições de mundo, a sub-representação das mulheres na ciência e sociedade e obterem uma visão crítica sobre a ciência. O caso histórico Marie Curie pode servir a essa proposta. Isso porque ele nos permite discutir algumas condições necessárias para se inserir nas práticas científicas e compreender o que tornou a cientista visível e o que torna outras mulheres invisíveis na ciência. Essa discussão é mais profícua do que utilizar o exemplo Marie Curie no ensino de ciências para a representatividade feminina.

A terceira implicação é que exemplos de mulheres na ciência não podem ser suficientes para generalizarmos uma suposta vitória feminina na ciência, visto que existem mais mulheres invisíveis do que visíveis na História da Ciência. A recorrência do caso Marie Curie na literatura e a falta de diversidade de mulheres na ciência revelam desigualdades de gênero que não podem ser subvertidas por exemplos que são poucos e excepcionais. Percebendo a desproporcionalidade entre homens e mulheres na História da Ciência, vamos contra a tendência encontrada na literatura, apontada nos trabalhos de Owens (2009) e El Jamal e Guerra (2020), que costuma transformar um caso individual em exemplo triunfalista, ao invés de questionar a ausência de uma ampla maioria de mulheres na ciência.

A quarta implicação é que, se para motivar mulheres à ciência é importante que as alunas da educação básica se identifiquem com as mulheres que fazem ciência, faltam exemplos de mulheres na ciência (EL JAMAL; GUERRA, 2020). E, quando denunciamos a falta de exemplos de mulheres na ciência, estamos nos referindo a exemplos diversos de mulheres na ciência. Visto que as mulheres apresentam múltiplas identidades e diferentes contradições que operam entre gênero, etnia/raça e classe (SAFFIOTI, 2015).

Na perspectiva das autoras da identidade cultural de meninas no ensino de ciências, precisamos de exemplos de mulheres na ciência para que as meninas se identifiquem. Entretanto, o exemplo Marie Curie é suficiente para uma sobreposição de sua identidade com a identidade das meninas? A resposta é não necessariamente. Marie Curie não pode ser um símbolo de representatividade para todas as meninas na educação em ciências, visto que não é um exemplo que contempla a diversidade das alunas, e a sua realidade e as contradições entre suas categorias de identidade não são comparáveis a de muitas alunas brasileiras. Quando se trata da representatividade feminina, temos que levar em consideração que nem todas as mulheres sofrem as mesmas contradições que operam entre suas múltiplas categorias de identidade (SAFFIOTI, 2015; BIROLI, 2018; BUTLER, 2003). Isso significa que muitas alunas pobres, negras ou do Sul Global podem não ser representadas pela figura de Marie Curie, uma mulher branca que estudou na Universidade de Paris-Sorbonne.

As autoras Arruza, Bhattacharya, Fraser (2019) se referem ao feminismo liberal como um movimento que transforma uma minoria de mulheres (exceções) em ícones de

representatividade para todas as mulheres, enquanto se recusa a tratar das restrições que tornam a liberdade e o empoderamento impossíveis para uma ampla maioria das mulheres.

> O éthos do feminismo liberal encontra-se não apenas com as convenções corporativas, mas também com as correntes supostamente "transgressoras" da cultura neoliberal. Seu caso de amor com o avanço individual permeia igualmente o mundo das celebridades das mídias sociais, que também confunde feminismo com ascensão de mulheres enquanto indivíduos. Nesse mundo, o "feminismo" corre o risco de se tornar uma hashtag do momento e um veículo de autopromoção, **menos aplicado a libertar a maioria do que promover a minoria**. (ARRUZA, BHATTACHARYA, FRASER, 2019, p.38, grifos nossos)

Tal perspectiva liberal pode atuar na historiografia quando consideramos as mulheres como um grupo homogêneo. Entretanto, é importante defender que as mulheres sofrem diferentes contradições de gênero, classe social, raça e etnia e, por isso, não sofrem as mesmas dificuldades para inserirem-se na ciência (BIROLI, 2018).

A historiografia revela a invisibilidade de mulheres negras, do Sul Global e de classes sociais mais desfavorecidas na ciência, como aponta a revisão na literatura apresentada no capítulo 2. Na preocupação de que alunas brasileiras se reconheçam em exemplos femininos na ciência para sentirem-se incentivadas à área, essa ausência de exemplos diversos na ciência é uma complicação. Para falar de uma representatividade completa, faltam muitos exemplos de referência.

Sobre a categoria de gênero, faltam exemplos de mulheres na ciência. Retomando a fundamentação teórico-metodológica, faltam esses exemplos porque o gênero, enquanto norma reguladora do patriarcado, mantém as mulheres na esfera do privado sem reconhecimento ou remuneração (BUTLER, 2003; 2004; LOURO, 1997; HARDING, 2015; FEDERICI, 2019; SAFFIOTI, 2015). E, além disso, as disciplinas científicas toleram expressões de masculinidades, mas limitam expressões de feminilidade (AVRAAMIDOU, 2019).

Sobre a categoria status étnico, para a educação em ciências faltam exemplos de grupos étnicos e minoritários, como mulheres negras e de países não hegemônicos (VARELAS *et al*, 2019). Por isso é importante destacar exemplos de mais mulheres além das vencedoras do prêmio Nobel, com as quais mais meninas latinas excluídas da ciência, no geral, possam se identificar. Dadas as discussões anteriores sobre invisibilidade na ciência, faltam esses exemplos porque as brasileiras, por exemplo, que estão na periferia

do sistema, no “Sul Global” (HARDING, 2015, p.55), possuem condições ainda menos favoráveis para participarem da ciência do que uma mulher branca europeia.

Sobre a categoria de classe social, que é outra força estrutural que pode influenciar a participação científica, também consideramos que falta representatividade para a maioria das mulheres do mundo, as mulheres pobres e trabalhadoras (HARDING, 2015). Avraamidou (2019) mostra que a classificação socioeconômica está diretamente relacionada às aspirações científicas dos estudantes e às escolhas profissionais. As meninas da classe trabalhadora tendiam a possuir níveis mais baixos de capital cultural, o que tornava ainda mais difícil construírem identidades científicas para si. De acordo com Avraamidou (2019), a maioria dos estudantes que escolhe fazer ciência vem de famílias de classes socioeconômicas mais altas e com um capital cultural maior. Schiebinger (2001) e Weisz (1983) mostram que no século XIX, no geral, as mulheres na ciência eram da aristocracia e que o ensino superior francês era periférico à maioria da população. Muitas vezes, até hoje, a ciência mantém-se distante de mulheres de classes socioeconômicas mais baixas. Além disso, a pesquisa histórica aqui desenvolvida mostra que manter-se na ciência, requer tempo, dedicação integral e financiamento. Dadas essas discussões, também compreendemos que faltam esses exemplos diversos porque participar de práticas científicas e manter-se na ciência requer condições materiais.

Seguir a carreira científica é possível, mas difícil para as mulheres em diferentes formas, visto que essa dificuldade depende das contradições entre as categorias de identidade de cada uma (SAFFIOTI, 2015). Então, apesar de afirmar a necessidade de uma historiografia da ciência que trate da participação feminina no campo científico para incentivar alunas no ensino de ciências, a reincidência da divulgação do exemplo Marie Curie não parece a solução. Nossa pesquisa, entretanto, aponta que o caso de Marie Curie estudado à luz da historiografia da HCC pode trazer outras possibilidades para a educação em ciências.

Quais são essas possibilidades? Se não utilizarmos o exemplo Marie Curie para a representatividade feminina na educação em ciências, de que forma podemos utilizá-lo? Analisando o caso histórico de Marie Curie à luz da HCC, as alunas podem compreender sobre a ciência, examinar criticamente suas posições de mundo e a invisibilidade de mulheres na ciência. Uma decisão mais profícua a ser tomada nos estudos de gênero, e que tentamos tomar aqui, é a de não discutir a representatividade, mas sim, a

proporcionalidade. Dessa forma, podemos utilizar o caso Marie Curie para discutir as condições necessárias para mulheres participarem das práticas científicas, porque assim podemos mostrar que, para termos uma maior proporção de mulheres na ciência, se faz necessária a luta por condições melhores às mulheres. Uma maior proporção de mulheres na ciência, segundo Harding (1986; 2015) e Haraway (1995), é capaz de criar alternativas para além da visão androcêntrica, hegemônica e dominante, promovendo uma objetividade maximizada na ciência a favor dos mais oprimidos.

4.4 - O exemplo Marie Curie para o ativismo na educação em ciências

O objetivo de discutir a invisibilidade das mulheres na ciência e sociedade é mais do que construir novas identidades científicas na educação em ciências. Isso porque entendemos que uma educação crítica deve preparar o corpo discente para os desafios postos pela realidade social e também para indicar os limites emancipatórios das mulheres. Quando exploramos as categorias de identidade de Marie Curie é com a intenção de que as alunas percebam criticamente suas posições de mundo. Assim pode ser que se anime a ação sociopolítica, isto é, a luta por transformação social (objetivo posto na Introdução). Portanto, nesta seção aproveitamos as considerações apresentadas nos capítulos 3 e 4 para discutirmos pressupostos para uma educação em ciências com viés político. Retomando a fundamentação teórico-metodológica (seção 1.2), entendemos que o ensino de ciências precisa seguir um viés mais politizado (MOURA; CAMEL; GUERRA, 2020; MOURA, 2019; HODSON, 2010), pelo qual os alunos e alunas sejam capazes de estabelecer relações entre o patriarcado e a ciência e de engajarem-se em ações sociopolíticas.

Cabe aqui esclarecer novamente com quais alunos e alunas e com qual cenário estamos preocupados. Em uma pesquisa de doutorado em andamento de uma integrante do NIEHCC, em 2020, o dado obtido sobre as turmas em que se desenvolveu a pesquisa é que a maioria das alunas e alunos de oitavo e nono ano da escola não desejavam ingressar no ensino superior. A justificativa dada pelas alunas era falta de dinheiro e tempo. Na dissertação de outra integrante do NIEHCC, Iamni Jager (2018), alunas com

24 anos de idade em média também não possuem a perspectiva futura de ingressarem em universidades, porque além de estarem presas por conivência com os crimes praticados por seus companheiros, vivem uma realidade de pobreza e são mães. Além das pesquisas do NIEHCC, dados estatísticos são trazidos pelo Censo da Educação Superior brasileira de 2019[41], revelando que 88,4% das instituições de educação superior no país são privadas; apenas 3,6 milhões de alunos ingressam na educação superior, sendo 84,6% em instituições privadas; e 72,2% dos alunos matriculados em licenciatura são mulheres. A análise do Censo mostra que a licenciatura é um título predominantemente procurado por mulheres, não muito diferente do que acontecia na Universidade de Paris no contexto de Marie Curie (WEISZ, 1983). No geral, os dados mostram a exclusão dos grupos subjugados da educação superior e da ciência. Como a maioria das vagas disponíveis e preenchidas no ensino superior estão em instituições privadas, as mulheres e as classes sociais baixas estão predominantemente sem acesso à educação superior e, consequentemente, em condição desfavorável à participação na produção de ciência.

Retomando a seção 1.2 da fundamentação teórico-metodológica, são referenciados autores preocupados com uma educação em ciências voltada à formação cidadã, dentre eles, Hodson (2010). O autor, além de destacar a importância de a educação preparar cidadãos a participar da tomada de decisões sociopolíticas, aponta que a educação deve prepará-los para a ação sociopolítica, isto é, a formação de cidadãos que não se acomodem a fazer uma "crítica de poltrona". Hodson (2010) defende que as concepções atuais da educação em ciências orientadas à ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente ou às questões sociocientíficas, que têm tomado uma parte proeminente nas discussões sobre currículos científicos, não vão longe o suficiente. O autor propõe uma forma mais radical e politizada de ensino de ciências, que prepare estudantes para se envolverem em ações sociopolíticas que eles acreditam que farão a diferença.

A ação sociopolítica que Hodson (2010) defende pode ser direta ou indireta. Exemplos de ações diretas incluem reciclagem, limpeza de um riacho, uso de bicicleta em vez de carro e uso de sacolas retornáveis no supermercado. E exemplos de ações indiretas incluem a organização em coletivos, a organização de manifestações, escrever para jornais, etc. Além disso, as ações também podem ser individuais ou coletivas, entretanto, as segundas têm maior potencial de provocar mudanças sociais.

[41] INEP. Censo da Educação Superior. Notas estatísticas, 2019, 32 p.

O currículo de ciências proposto por Hodson (2010), portanto, deve incitar a racionalidade crítica dos alunos e alunas, formando "a base para o tipo de ação social que reforma a sociedade e suas práticas" (p.199)[42]. De acordo com Hodson (2010), na educação em ciências, precisamos prestar muita atenção aos valores que desejamos promover e aos métodos que empregamos. É nesse sentido que propomos o uso do caso Marie Curie no ensino de ciências para, fundamentalmente, discutir a invisibilidade das demais mulheres na ciência e sociedade. A análise do episódio histórico sob a lente historiográfica da HCC mostra que sem oportunidades, condições favoráveis e materiais para eventuais migrações, acesso à educação, ingresso em grandes centros de conhecimento (universidades reconhecidas), subsídios para manter-se em longos anos de estudo incluindo a moradia e alimentação, respeito e igualdade de gênero no local de trabalho e pesquisa, não é possível fazer ciência. Entendendo isso, alunos e alunas podem ser mais críticos sobre a questão das mulheres e se envolverem em ações sociopolíticas a favor de condições melhores para as mulheres na ciência e sociedade.

Para um currículo que tem como objetivo a ação sociopolítica, o tipo de abordagem defendido por Hodson (2010) compreende quatro níveis de sofisticação.

> Nível 1: Apreciar o impacto social da mudança científica e tecnológica e reconhecer que a ciência e a tecnologia são, em grande medida, culturalmente determinadas. Nível 2: Reconhecendo que as decisões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico são tomadas na busca de interesses particulares e que os benefícios que advêm para uns podem estar à custa de outros. Reconhecendo que o desenvolvimento científico e tecnológico está inextricavelmente ligado à distribuição de riqueza e poder. Nível 3: Desenvolver a própria visão e estabelecer suas próprias posições de valor subjacentes. Nível 4: Preparação e atuação em questões sócio-científicas e ambientais. (HODSON, 2010, p.199, tradução nossa)

O primeiro nível de Hodson (2010) é observar os impactos da ciência e tecnologia na sociedade e perceber a ciência como imbricada culturalmente. A esse nível podemos acrescentar que a ciência se desenvolve junto a uma cultura capitalista e patriarcal, que subjuga grupos sociais mais fracos, como a ampla maioria das mulheres (HARDING, 2015; HARAWAY, 2009). O autor também chama atenção para a impossibilidade de uma educação neutra de valores e crenças. Nesse sentido, cabe dizer que para que estudantes desenvolvam visões próprias e estabeleçam seus próprios valores no terceiro nível de Hodson (2010), é preciso também que percebam quais são os valores e crenças

[42] No original: "the basis for the kind of social action that reforms society and its practices".

que subjazem cada visão de mundo que se apresenta, inclusive a do próprio professor, tendo em vista a impossibilidade de neutralidade (MOURA, 2019). Sendo assim, retornando à defesa de Moura (2019), a educação em ciências deve estar além do conhecimento conceitual, indo em direção a um conhecimento político.

Tratando de educação em ciências, utilizamos o trabalho de Hodson (2010) na defesa de que o alunado não deve ser apenas um "crítico de poltrona" (p. 204), mas um crítico – consciente dos males sociais - ativista. A necessidade do ativismo se deve ao fato de que o presente não é inexorável e o futuro muda com lutas políticas. Se queremos incentivar ativismos/ações na educação em ciências, temos que mostrar para as alunas brasileiros a posição de mundo em que ocupam. A análise do caso Marie Curie sob a lente da HCC aponta as práticas científicas necessárias para o fazer científico. E a análise da identidade da cientista mostra o que a diferencia de mulheres invisíveis na ciência. Ambas as análises são potentes na promoção da consciência da posição de mundo que essas alunas ocupam e no incentivo de ativismos.

Tendo como objetivo a ação sociopolítica, a sala de aula que propomos tem um foco em identidade na medida em que se deseja fazer as alunas pensarem e discutirem questões críticas sobre suas posições no mundo. Isso porque, de acordo com Hodson (2010), sem a consciência crítica de suas posições de mundo, não há motivação para a ação sociopolítica:

> Sem conhecimento de onde e com quem se localiza o poder de decisão e sem consciência dos mecanismos pelos quais as decisões são tomadas, a intervenção não é possível. Assim, o currículo que proponho requer um programa concomitante projetado para alcançar uma medida de alfabetização política [...] (HODSON, 2010, p.202)[43]

A motivação para a ação sociopolítica também se dá a partir da consciência de como (e por que) outros têm procurado trazer mudanças e do tipo de mundo em que nós (e nossas famílias e comunidades) desejamos viver (HODSON, 2010). É importante para as alunas e alunos desenvolverem aspirações para si mesmos, suas famílias e para as comunidades em geral, mas ao mesmo tempo, fazer a contraposição entre o sonho e a realidade, motivando a luta. Alunas que aspiram tornarem-se cientistas, mas compreendendo como opera o empreendimento científico, podem se motivarem em ações

[43] No original: "Without knowledge of where and with whom power of decision making is located and awareness of the mechanisms by which decisions are reached, intervention is not possible. Thus, the curriculum I propose requires a concurrent program designed to achieve a measure of political literacy".

sociopolíticas para si e para as demais mulheres. Afinal, como aponta Saffioti (2015) a garantia de condições melhores às mulheres depende do movimento das próprias mulheres:

> A história revela que as grandes causas, benéficas especialmente aos contingentes discriminados e a quase todos os demais, obtiveram sucesso, apesar de terem sido conduzidas por pequenas minorias. E as brasileiras tem razões de sobra para se opor ao machismo reinante em todas as instituições sociais (SAFFIOTI, 2015, p.49)

Tanto em busca da maximização da objetividade da ciência defendida por Harding (2015) quanto pela causa das mulheres, é importante que o feminismo seja uma visão de mundo e que essa visão se entrelace com outros temas, incluindo a História da Ciência (PIMENTEL, 2010). Isso porque tendo o feminismo em pauta, pode-se garantir a luta contra o patriarcado. A educação básica é um bom momento para trabalhar essa visão de mundo e instigar lutas feministas, quando a opinião dos alunos e alunas está em construção e sem o açoite do conservadorismo.

Quando afirmamos a necessidade de instigar lutas feministas desde a educação básica, temos como um dos objetivos o empoderamento feminino. Entretanto, não é um empoderamento individual, mas sim, o coletivo, das mulheres que constituem a categoria social de subordinadas/subjugadas. Nas palavras de Saffioti (2015), "empoderar-se equivale, num nível bem expressivo de combate, a possuir alternativas, sempre na condição de categoria social" (p.121). Assim, negamos o empoderamento individual porque ele não está preocupado com alternativas para a libertação de uma ampla maioria das mulheres, mas sim, de poucas que não alteram a realidade (ARRUZZA; BATTACHARYA; FRASER, 2019).

Não negamos os obstáculos que Marie Curie enfrentou para chegar ao reconhecimento, mas certamente, como já ressaltamos, seria impossível a cientista ter participado da ciência se não fossem determinadas condições favoráveis. Também não pode o exemplo Marie Curie apaziguar a ausência de outras mulheres tão reconhecidas quanto ela, na sua época ou na revisão da literatura feita no capítulo 2, por falta de "mérito". Outras mulheres dos séculos XIX e XX não se tornaram visíveis na História da Ciência, não por falta de esforço ou merecimento, mas por falta de condições melhores. Schienbinger (2001) afirma que a suposição liberal de que as mulheres deveriam ingressar mais na ciência, não proporciona esclarecimento sobre como a estrutura das instituições

ou as práticas científicas precisam mudar antes que as mulheres possam ingressar comodamente na ciência.

O ativismo também pode se revelar em escolhas historiográficas (NYHART, 2016). Escolher a historiografia da HCC promove um ensino mais politizado e corrobora com a luta das mulheres, porque engloba temas comuns dos estudos culturais e sociais, como os estudos sobre mulheres e ciência (MOURA; GUERRA, 2016; PIMENTEL, 2010). É imprescindível que a trajetória das mulheres na história seja descrita para que haja o empoderamento coletivo, e porque o conhecimento da história das mulheres permite a compreensão histórica do patriarcado. Além disso, quando Saffioti (2015) destaca que algumas mulheres escapam ao destino subordinador do gênero, mas que são exceções, percebemos que devemos nos ater ao cuidado de não promover uma historiografia das vencedoras enquanto elas ainda forem casos individuais. Com esse cuidado, o caso Marie Curie com base na historiografia da HCC associada a visão de mundo feminista é um possível caminho para a educação em ciências mais politizada e contribui com os estudos sobre mulheres e ciência.

Considerações Finais

A dissertação começa no encontro com o texto de Pugliese (2012), na revisão bibliográfica de El Jamal e Guerra (2020) e na leitura dos referenciais teóricos apresentados, que nos fizeram construir as categorias de análise "visibilidade" e "invisibilidade" para pensar na participação de Marie Curie e de outras nas mulheres na história da ciência. Nesse sentido, a pesquisa teve por objetivo discutir as invisibilidades das mulheres na ciência e sociedade, por meio da construção histórica da visibilidade de Marie Curie, com resultados que potencializam a visão crítica sobre ciência e ações sociopolíticas na educação em ciências. O desenvolvimento dessa pesquisa, levou-nos a responder a esse objetivo com base nos seguintes apontamentos:

- Marie Curie é um exemplo reincidente na revisão da literatura sobre a participação feminina na História da Ciência. A reincidência da cientista revela tanto a sua visibilidade quanto a invisibilidade de outros exemplos femininos na ciência e na historiografia da ciência.
- O uso da HCC no ensino de ciências pode ser um caminho para alunos e alunas compreenderem a ciência de forma menos normativa e mais politizada. A lente historiográfica da HCC foca nas práticas científicas que sustentam a ciência e, assim, compreende-se que uma mulher visível na ciência é uma mulher com condições de participar das práticas científicas. Portanto, o estudo das práticas científicas conjugado aos estudos feministas são recursos para evidenciar as condições necessárias para que as mulheres participem da ciência, permitir discussões sobre o patriarcado na educação em ciências e para a visão crítica sobre a ciência.
- O estudo do episódio histórico que envolve Marie Curie sob a lente da HCC aponta como condições necessárias para participar da ciência naquele contexto: a migração para grandes centros de produção e circulação de conhecimento dentro da Europa, a oportunidade de dedicar-se ao estudo e pesquisa durante longos anos sem remuneração e sem o impedimento do trabalho de reprodução, o acesso à universidade, igualdade de gênero no trabalho e o estabelecimento de relações sociais profícuas no meio acadêmico-científico.

- O feminismo liberal pode atuar na História da Ciência acompanhado de um discurso meritocrático, ao defender que as mulheres podem fazer ciência se desejarem, se dedicarem seus esforços ou se forem dotadas de genialidade. De encontro às suposições liberais, problematizamos a ideia de genialidade nos discursos sobre Marie Curie, que costuma transformá-la em exemplo triunfalista ao invés de questionar a ausência (invisibilidades) de uma ampla maioria de mulheres na ciência.
- Nem sempre os exemplos de mulheres na ciência que a literatura traz servem para a representatividade feminina. Nesse sentido, fizemos ressalvas necessárias ao se utilizar o exemplo Marie Curie como símbolo de representatividade para todas as estudantes brasileiras no ensino de ciências.
- O estudo do caso Marie Curie à luz da HCC e considerando as interações entre as categorias de identidade de gênero, classe social e status étnico da cientista, tem o potencial de permitir às estudantes examinar criticamente suas posições de mundo e a sub-representação das mulheres na ciência.
- A ausência de condições favoráveis para a maioria das mulheres do mundo revela a necessidade de transformações sociais. Lutar por mulheres na ciência, por exemplo, significa lutar por melhores condições de acesso comum à educação. A contingência da história exige ativismo, lutas e ações sociopolíticas coletivas. Portanto, as questões feministas devem estar inseridas na educação em ciências, para que a exclusão de mulheres na ciência não seja um quadro intransponível.
- Pensando na educação em ciências que busca discutir a participação feminina na ciência, a visibilidade do exemplo Marie Curie demonstra que é importante tanto compreender o contexto sociocultural no qual a cientista estava inserida, quanto a necessidade de buscar outros exemplos invisíveis e que dialogam com a nossa cultura. E, tendo a ausência de exemplos diversos de mulheres na ciência, que as alunas e alunos possam compreender a necessidade de ações contra o patriarcado.

Por fim, é importante ressaltar que os resultados dessa pesquisa não contemplam todas as discussões que podem ser feitas a respeito do tema e da questão sobre mulheres e ciência. Apesar de muitas discussões não serem tratadas na completude da expectativa do leitor, vislumbramos que essa pesquisa possa servir para pesquisas futuras que transcendam os limites desta.

Referências

ALMEIDA, Silvio. Prefácio. In: Haider, A. **Armadilha da Identidade: Raça e Classe nos dias de hoje**. São Paulo: Veneta, p. 7-19, 2019.

ALSOP, Steve; GARDNER, Sam. Opening the Black Box of NOS: Or Knowing How to Go On with Science Education, Wittgenstein, and STS in a Precarious World. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v.17, n.1, p.27-36, 2017.

AVRAAMIDOU, Lucy. "I am a young immigrant woman doing physics and on top of that I am Muslim": Identities, intersections, and negotiations. **Journal of Research in Science Teaching**, p.1-31, 2019.

ABD-EL-KHALICK, Fouad; LEDERMAN, Norm. G. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000.

ARRUZA, Cinzia; BHATTACHARYA, Tithi; FRASER, Nancy. **Feminismo para os 99%: um manifesto**. São Paulo: Boitempo, 1. ed., 2019, 128p.

BECQUEREL, Henri. Sur les radiations émises par phosphorescence. **Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de Paris**. Paris, v. 122, t. 1, p. 420-421. 1896a.

BECQUEREL, Henri. Sur les radiations invisibles émises par les corps phosphorescents. **Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de Paris**. Paris, v. 122, t. 1, p. 501-503, 1896b.

BECQUEREL, Henri. Sur quelques proprietés nouvelles des radiations invisibles émises par divers corps phosphorescents. **Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de Paris**. Paris, v. 122, t. 1, p. 559-564, 1896c.

BECQUEREL, Henri. Emission de radiations nouvelles par l'uranium metallique. **Comptes Rendus Hebdomadaires de l'Académie des Sciences de Paris**. Paris, v. 122, t. 1, p. 1086-1088, 1896d.

BRICKHOUSE, Nancy; LOWERY, Patricia; SCHULTZ, Katherine. What Kind of a Girl Does Science? The Construction of School Science Identities. **Journal of Research in Science Teaching**, v.37, n.5, p.441–458, 2000.

BRICKHOUSE, Nancy. Bringing in the outsiders: reshaping the sciences of the future. **Journal Curriculum Studies**, v.26, n.4, p.401-416, 1994.

BIROLI, Flávia. **Gênero e desigualdades: Limites da democracia no Brasil**. São Paulo: Boitempo, 1 ed., 2018, 252p.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994, 333 p.

BOLZANI, Vanderlan S. Mulheres na ciência: por que ainda somos tão poucas?. **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 4, p. 56-59, 2017.

BUTLER, Judith P. **Problemas de Gênero: Feminismo e subversão de identidade**. Tradução de Renato Aguiar. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 21ª ed., 2003, 288p.

BUTLER, Judith P. **Undoing Gender**. New York: Routledge, 2004, 288 p.

CARLONE, Heidi B.; JOHNSON, A.; SCOTT, C. Agency amidst formidable structures: How girls perform gender in science class. **Journal of Research in Science Teaching**, 52, p. 474-488, 2015.

CARLOS, Cássio; GUIMARÃES, Pedro M.; LOPES, Reinaldo J.; **Madame Curie: um filme inspirado na vida de Marie Curie**. Coleção Folha Grandes Biografias do Cinema, São Paulo: Folha de São Paulo, v. 25, 2016.

CHAVAVANNES, Isabelle. **Aulas de Marie Curie anotadas por Isabelle Chavannes em 1907**. São Paulo: EDUSP, 1ª ed., 2007, 134p.

CITELLI, Maria Teresa. Fazendo diferenças: teorias sobre gênero, corpo e comportamento. **Revista Estudos feministas**, v. 9, n. 1, p.131-145, 2001.

CORDEIRO, Marinês D. Reflexões da história do patriarcado para esses tempos de pós-verdade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1374-1403, 2020.

CORDEIRO, Marinês D.; PEDUZZI, Luiz. As conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3. p. 473-514, 2010.

CURIE, Eva. **Madame Curie**. Tradução de Monteiro Lobato. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 7ª ed, 1944, 329 p.

CURIE, Marie. Autobiographical notes. In: Curie, M. **Pierre Curie**. Nova York: Dover, v. 199, 1963, 118p.

CURIE, Marie (1911a). **Marie Curie - Nobel Lecture 1911**. Disponível em <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1911/marie-curie/lecture/>. Acessado em 9 de agosto 2020.

CURIE, Marie (1911b). **Marie Curie - Discurso de banquete Nobel 1911**. Disponível em <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1911/marie-curie/speech/>. Acessado em 9 de agosto 2020.

CURIE, Pierre (1905). **Pierre Curie - Nobel Lecture 1905.** Disponível em <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1903/pierre-curie/lecture/>. Acessado 04 de novembro 2020.

El JAMAL, Natasha; GUERRA, Andreia. O lado invisível na história da ciência: uma revisão bibliográfica sob perspectivas feministas para a educação em ciências. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 2, p. 311-333, 2020.

ENGELS, Friedrich. **A origem da família, da propriedade privada e do Estado**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 6ª ed., 1980, 215 p.

FANON, Frantz. **Pele negra, máscaras brancas**. Bahia: Editora EdUFBA, 1ª ed., 2008, 193 p.

FARIAS, Robson. As Mulheres e o Prêmio Nobel de Química. **Revista Química Nova na Escola**, n. 14, p. 28-30, 2001.

FEDERICI, Silvia. **Mulheres e caça às bruxas: da Idade Média aos dias atuais**. São Paulo: Boitempo, 1ª ed., 2019, 158p.

FYFE, Aileen. Journals and Periodicals. In: Lightman, B. (ed.), **A Companion to the History of Science**. Oxford: Wiley Blackwell, p.387-400, 2016.

GOLDMAN, Wendy. **Mulher, Estado e Revolução**. São Paulo: Boitempo, 1ª ed., 2014, 399p.

GOODING, David. Putting Agency Back into Experiment. In: Pickering, A. (ed.), **Science as a Practice and Culture**. Chicago: The University of Chicago Press, p. 65-113, 1992.

HARAWAY, Donna. Saberes localizados: a questão da ciência para o feminismo e o privilégio da perspectiva parcial. **Cadernos Pagu**, n. 5, p. 7-41, 1995.

HARDING, Sandra. **Objectivity and Diversity: Another Logic of Scientific Research**. Chicago: The University of Chicago Press, 2015, 234p.

HARDING, Sandra. **The Science Question in Feminism**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1986.

HARGITTAI, Magdolna. **Women Scientists: Reflections, Challenges, and Breaking Boundaries**. Oxford University Press, 1ª ed., 2015, 384 p.

HEMEROTECA DIGITAL BRASILEIRA: Coleção Digital de Jornais e Revistas da Biblioteca Nacional. **Online**, Brasil. Disponível em: http://memoria.bn.br. Acessado em 15 dez. 2020.

HODSON, Derek. Science education as a call to action. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 10, n. 3, p. 197-206, 2010.

HODSON, Derek; WONG, Siu L. Going beyond the consensus view: Broadening and enriching the scope of NOS-oriented curricula. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n. 1, p. 3-17, 2017.

IBGE (2018). **Estatísticas de Gênero: Indicadores sociais das mulheres no Brasil**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101551_informativo.pdf.> Acessado em setembro 2020.

JAGER, Iamni T. **Discutindo gênero com mulheres privadas de liberdade: um olhar da história cultural da ciência para o desenvolvimento da botânica nos séculos XVIII e XIX**. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação) – Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 131 p., 2018.

JAGER, Iamni T.; GUERRA, Andreia. A História Cultural da Ciência: Caminhos Para a Discussão de Gênero no Ensino das Ciências. **V Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**, Niterói/RJ, p. 1-10, 2018.

JARDIM, Wagner T.; GUERRA, Andreia. República das Letras, Academias e Sociedades Científicas no século XVIII: a garrafa de Leiden e a ciência no ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 774-797, 2017.

KELLER, Evelyn Fox. **Reflections on gender and science**. New Heaven: Yale University Press, 1985, 212 p.

KIRBY, David A. Film, Radio, and Television In: Lightman, B. (ed.), **A Companion to the History of Science**. Oxford: Wiley Blackwell, p. 428-443, 2016.

LEDERMAN, Norm G.; ABD-EL-KHALICK, Fouad; BELL, Randy L.; SCHWARTZ, Renee S. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LIVINGSTONE, David. **Putting Science in its Place, Geographies of Scientific Knowledge**. Chicago: The University of Chicago Press, 2003, 285p.

LOURO, Guacira. **Gênero, Sexualidade e Educação: uma perspectiva pós estruturalista**. Petrópolis: Vozes, 6ª ed., 1997, 184 p.

LUZ, Christine. Como o Código Civil Francês se adaptou ao longo do tempo. **Revista da EMERJ**, v. 7, n. 26, p. 24-35, 2004.

MATTHEWS, Michael R. Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In: **Advances in nature of science research**. Springer, Dordrecht, 2012. p. 3-26.

MARTINS, Roberto. A descoberta dos Raios X: O primeiro comunicado de Röntgen. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, UFRGS, v. 20, n. 4, p. 373-390, 1998a.

MARTINS, Roberto. A descoberta da radioatividade. In: SANTOS, Carlos Alberto. **Da Revolução Científica à Revolução Tecnológica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, p. 29-49, 1998b.

MARX, Karl. Teses sobre Feuerbach, 1845. In: **Obras Escolhidas de Marx e Engels**. Editorial Avante, 1ª ed., p. 1-3, 1982.

MAYEUR, Françoise. **Les territoires d'une historienne. Histoire de l'éducation** [Online], p.115-116, 2007. Disponível em: <http://journals.openedition.org/histoire-education/1418> Acessado em 28 nov. 2020.

McCOMAS, William F. (org.) **The nature of science in science education**. Dordrecht: Kluwer, 1998.

MCCOMAS, William F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, p. 249-263, 2008.

MONTERO, Rosa. **A ridícula ideia de nunca mais te ver.** Tradução de Mariana Sanchez. Editora Todavia, 1ª ed., 208 p., 2019.

MOULINIER, Pierre. **La Naissance de l'étudiant moderne (XIXe siècle)**. Paris: Belin, p. 110-113, 2002. Disponível em: <https://journals.openedition.org/histoire-education/492>. Acessado em 28 nov. 2020.

MOURA, Cristiano B. **Educação em ciências, História Cultural da Ciência e Currículo: articulações possíveis**. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) – Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 210p. 2019.

MOURA, Cristiano B.; CAMEL, Tânia; GUERRA, Andreia. A natureza da ciência pelas lentes do currículo: normatividade curricular, contextualização e os sentidos de ensinar sobre ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.22, p. 1-27, 2020.

MOURA, Cristiano B.; GUERRA, Andreia. História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n.3, p. 725-748, 2016.

MOURA, Cristiano B.; JAGER, Iamni T.; GUERRA, Andreia. Teaching about sciences in/for the global south: lessons from a case study in a brazilian classroom. In: Yacoubian, H. A.; Hansson, L. (ed.), **Nature of science for social justice**. Springer International Publishing, p. 137-155, 2020.

NYHART, Lynn K. Historiography of the History of Science. In: Lightman, B. (ed.), **A Companion to the History of Science**. Oxford: Wiley Blackwell, p. 7-22, 2016.

OPITZ, Donald L. Domestic Space. In: Lightman, B. (ed.), **A Companion to the History of Science**. Oxford: Wiley Blackwell, p. 252-267, 2016.

OSBORNE, Jonathan; COLLINS, Sue; RATCLIFFE, Mary; MILLAR, Robin; What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of research in science teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

OWENS, Trevor. Going to school with Madame Curie and Mr. Einstein: gender roles in children's science biographies. **Cultural Studies of Science Education**, v.4, n.4, p.929-943, 2009.

PASACHOFF, Naomi. **Marie Curie and the Science of Radioactivity**. Oxford University Press, 1ª ed., 1996, 109 p.

PERROT, Michelle. Escrever Uma História Das Mulheres: relato de uma experiência. **Cadernos Pagu**, n. 4, p. 9-28, 1995.

PERROT, Michelle. **Os Excluídos da História: Operários, Mulheres, Prisioneiros**. São Paulo: Paz e Terra. 4ª ed., 2006, 213 p.

PICARD, Emmanuelle. A história do ensino superior francês. Por uma abordagem global. **Revista Educação**, v. 33, n. 2, p. 145-155, 2010.

PIMENTEL, Juan. La Revolucion Científica. In: Artola, M. (dir.). **Historia de Europa: Tomo II**. Madrid: Espasa Calpe, p. 163-238, 2007.

PIMENTEL, Juan. ¿Qué es la historia cultural de la ciencia? **Arbor Ciência, Pensamento y Cultura**, v. 186, n. 743, p. 417-424, 2010.

PUGLIESE, Gabriel. **Sobre o "Caso Marie Curie": a Radioatividade e a Subversão do gênero**. Santa Catarina: Alameda, 1ª ed., 2012, 268p.

PUGLIESE, Gabriel. **Sobre o "Caso Marie Curie": a Radioatividade e a Subversão do gênero**. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade de São Paulo, 193p. 2009.

QUINN, Susan. **Marie Curie: uma vida**. São Paulo: Scipione, 1ª ed., 1997, 525 p.

RUDOLPH, John L.; HORIBE, Shusaku. What do we mean by science education for civic engagement? **Journal of Research on Science Teaching**, v. 53, n. 6, p. 805-820, 2016.

SAFFIOTI, Heleieth. **A Mulher na Sociedade de Classe: Mito e Realidade**. Petrópolis: Vozes, 1ª ed., 1976, 384p.

SAFFIOTI, Heleieth. **Gênero, Patriarcado, Violência**. São Paulo: Expressão Popular, 2ª ed., 2015, 160 p.

SCHIENBINGER, Londa. **O Feminismo Mudou a Ciência?** Bauru: Editora da Universidade Sagrado Coração, 2001, 384 p.

SIGRIST, Natalia T. **Mulheres e a Universidade na França**. History of Education, p. 1860-1914., 2009. Disponível em < http:// journals.openition.org/histoire-education/1940> Acessado em 28 novebro 2020.

TERRALL, Mary. Biografia como História Cultural da Ciência. The University of Chicago Press. **The History of Science Society**, v. 97, n. 2, p. 306-313, 2006.

TERRALL, Mary. Gendered Spaces, Gendered Audiences: Inside and Outside the Paris Academy of Sciences. **Johns Hopkins University Press**, v.3, n. 2, p. 207-232, 1995.

VARELAS, Maria; MENIG, Elizabeth; WILSON, Asif; KANE, Justine. Intermingling of identities: a black student in a middle-school science class. **Cultural Studies of Science Education**, p. 1-28, 2019.

YACOUBIAN, Hagop A. A Framework for Guiding Future Citizens to Think Critically About Nature of Science and Socioscientific Issues. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v.15, n.3, p. 248-260, 2015.

YACOUBIAN, Hagop A. Is science a universal or a culture specific endeavor? The benefits of having secondary students critically explore this question. **Cultural Studies of Science Education**, v.15, n.4, p 1097-1119, 2020.

WEISZ, George. **The Emergence of Modern Universities in France: 1863-1914**. New Jersey: Princeton University Press, 1983, 397 p.