

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



MARIA CRISTINNE PEREIRA SEIXAS

**A CONTRIBUIÇÃO DAS MULHERES PARA A FÍSICA MODERNA: Uma proposta
de material de apoio para docentes no ensino básico**

MACEIÓ
2021

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



A CONTRIBUIÇÃO DAS MULHERES PARA A FÍSICA MODERNA: Uma proposta de material de apoio para docentes do ensino básico

MARIA CRISTINNE PEREIRA SEIXAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) – Polo UFAL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho

MACEIÓ
2021

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

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

S462c Seixas, Maria Cristinne Pereira.
A contribuição das mulheres para a física moderna : uma proposta de material de apoio para docentes do ensino básico / Maria Cristinne Pereira Seixas. – 2021.
[119] f. : il. color.

Orientador: Jenner Barretto Bastos Filho.
Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) –
Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação
em Física. Maceió, 2021.

Inclui produto educacional.

Bibliografia: f. 91-96.
Apêndices: f. 97-[119].

1. Física - Estudo e ensino. 2. Física moderna - Mulheres. 3. Protagonismo
feminino. I. Título.

CDU:372.853-055.2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

INSTITUTO DE FÍSICA

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 36 - UFAL

Campus A. C. Simões - Av. Lourival de Melo Mota, S/Nº

Tabuleiro dos Martins - 57.072-970 - Maceió - AL - Brasil

Tels.: Direção: (82) 3214-1645; Coordenação Graduação: (82) 3214.1421;

Coordenação Pós-Graduação: (82) 3214-1423 / 3214 – 1267

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**“A CONTRIBUIÇÃO DAS MULHERES PARA A FÍSICA MODERNA: UMA
PROPOSTA DE MATERIAL DE APOIO PARA DOCENTES DO ENSINO
BÁSICO”.**

por

Maria Cristinne Pereira Seixas

A Banca Examinadora composta pelos professores, Dr. Jenner Barretto Bastos Filho (Orientador), do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, Dr^a. Maria Socorro Seixas Pereira, do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, Dr^a. Iramaia Jorge Cabral de Paulo, da Universidade Federal de Mato Grosso, Dr^a. Maria das Graças Leopardi Gonçalves, da Universidade Federal de Alagoas, e Dr^a Nádia Regina Loureiro de Barros Lima, da Universidade Federal de Alagoas, consideram a candidata aprovada.

Maceió/AL, 26 de agosto de 2021.

Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho

Prof^a. Dr^a. Maria Socorro Seixas Pereira

Prof^a. Dr^a. Iramaia Jorge Cabral de Paulo

Prof^a. Dr^a. Maria das Graças Leopardi Gonçalves

Prof^a. Dr^a. Nádia Regina Loureiro de Barros Lima

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação para minha mãe, para meus irmãos e a quem esteve ao meu lado em cada momento difícil que passei, me incentivando cada vez mais.

Dedico ao meu filho Levi Seixas, aos meus sobrinhos Benjamin, Isis e Miguel.

Dedico a Ana Elis e a Alice Nascimento, que no futuro de vocês o mundo esteja mais justo e igual do que estamos vivendo hoje e dedico também a todas as mulheres que lutaram por mim para que hoje eu pudesse ter a chance de estudar e de realizar meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Diante de tantos acontecimentos desde que comecei este mestrado para cá, a minha maior gratidão e maior agradecimento é de poder ter conseguido chegar até aqui. Passamos por uma pandemia e entre tantos que não tiveram a chance de concluir seus planos e seus sonhos, seria injusto de minha parte não agradecer pelo Dom da Vida. Só quem me acompanhou durante todo esse tempo sabe que não foi fácil focar e não desistir. Agradeço a todos que me ajudaram pelo menos com palavras e incentivo, pequenas coisas tornam-se grandiosas as vezes.

Agradeço à minha família, em especial à minha mãe por sempre segurar a barra e fazendo o papel de mãe do meu filho para que eu pudesse mais uma vez concluir mais um de meus sonhos. Agradeço ao meu filho, por me dar força para poder continuar.

Agradeço ao meu orientador Jenner Barretto Bastos Filho, pela paciência (que não foi pouca, eu sei) e por ser compreensivo diante de tantas coisas que me aconteceram. Agradeço também a alguns professores do mestrado, pois tive uma fase bastante obscura e que eles foram fundamentais, sendo flexíveis e facilitadores de um processo nada fácil e tendo palavras de conforto e incentivo: Pedro Valentim, Elton Malta, Socorro, Jenner, Ornellas e Kleber.

E claro, aos meus colegas de turma que dividimos bons momentos de crescimento e aprendizagem.

Agradeço à minha amiga Aline Dias, por todo esse tempo me incentivando, me ajudando e por ser também inspiração para este trabalho (sei de sua luta diária por ser mulher e mãe nessa sociedade tão machista).

Agradeço a Joabedan Mariano, que mesmo não querendo ser citado aqui, que independente do futuro que vier serei grata pela paciência, pela parceria, pela compreensão, por todo cuidado, pelo carinho e todo o incentivo, tanto para este trabalho quanto para a minha profissão. E quanto a isso, não haverá futuro que tirará minha gratidão.

Agradeço à Sociedade Brasileira de Física (SBF) por proporcionar o MNPEF, e pela oportunidade do presente trabalho que foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“A invenção do hoje é o meu único meio de instaurar o futuro.”

Clarice Lispector, *Água viva*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Lâmpada conhecida como ‘olho mágico’	09
Figura 2 –Esquema Experimental de carga-massa	10
Figura 3 –Representação esquemática do efeito fotoelétrico.....	14
Figura 4 –Representação do modelo atômico.....	16
Figura 5- Radiografia de Roetgen	18
Figura 6 – Impressão fotográfica Becquerel devido ao Ás de ouro	20
Figura 7 – Foto da 5ª edição da conferência de Solvay, em Bruxelas, Bélgica	47
Figura 9 – Personagens The Big Bang Theory	54
Figura 10- Retrato de Hipatia	66
Figura 11- Quadro de Athenas.....	67
Figura 12- Marie Curie em seu laboratório	69
Figura 13- Fotografia de San Lau Wu	70
Figura 14- Retrato de Ada Lovace	70
Figura 15- Fotografia de Anne Esleay.....	72
Figura 16- Retrato de Emmy Noether	73
Figura 17- Retrato de Marie Goeppert-Mayer.....	75
Figura 18- Retrato de Marie-Sophie Germain.....	75
Figura 19- Sumário do produto educacional proposto	85
Figura 20- Capa do produto educacional proposto.....	87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-Respostas 3ª questão.	81
Gráfico 2- Respostas 5ª questão.	82
Gráfico 3- Respostas 9ª questão.	84
Gráfico 4- Respostas 10ª questão.	84

A CONTRIBUIÇÃO DAS MULHERES PARA A FÍSICA MODERNA: Uma proposta de material de apoio para docentes do ensino básico

RESUMO

Maria Cristinne Pereira Seixas

Orientador:

Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Alagoas no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O presente trabalho tem como finalidade principal a de apresentar e discutir os principais obstáculos que dificultam a inserção e a consideração dos trabalhos de mulheres cientistas, tanto no contexto social, quanto no contexto educacional. O presente trabalho traz como produto educacional um material de apoio para docentes do Ensino Básico que aborde as principais contribuições das mulheres para a física moderna de uma forma contextualizada. Este trabalho traz ainda o conceito do que é ciência, quais foram as contribuições feministas, a importância da representatividade, bem como o que alguns professores de física do Ensino Médio pensam sobre a inserção desse tipo de material; as respostas obtidas foram consideradas à luz da análise de conteúdo. A utilização do correspondente produto educacional em sala de aula tem como objetivo o de auxiliar os professores a ensinar a discussão das histórias de vida dessas mulheres cientistas, como as principais contribuições que elas deram para a física moderna e tornadas compreensíveis no âmbito do ensino básico, junto com atividades complementares, tentando assim contribuir pelo menos um pouco, para essa dívida histórica que temos com as grandes cientistas.

Palavras-chave: Ensino de Física, Mulheres na Física Moderna, Protagonismo feminino.

MACEIÓ

2021

ABSTRACT

A CONTRIBUIÇÃO DAS MULHERES NA FÍSICA MODERNA NO ENSINO BÁSICO: Uma proposta de material de apoio para docentes

Maria Cristinne Pereira Seixas

Advisor:

Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filhos

Master's thesis submitted to the Federal University of Alagoas' Graduate Program in the Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), as part of the necessary requirements to obtain the degree of Master in Physics Teaching.

The main objective of this work is to present and discuss the main objectives that hinder the insertion and consideration of the work of women scientists, both in the social context and in the educational context. Therefore, this work brings as an educational product a support material for basic education teachers that addresses the main contributions of women to modern physics in a contextualized way. This work also brings the concept of what science is, what were the feminist contributions, the importance of representation, and also what some high school physics teachers think about the insertion of this type of material, the answers were based on the analysis of content. The use of this educational product in the classroom aims to help teachers to provide a discussion of the life stories of these women scientists, as their main contributions to modern physics in basic education, along with complementary activities, thus trying to contribute at least a little to this historical debt we have with the great scientists.

Keywords: Physics Teaching, Women in modern physics, Female protagonism.

MACEIÓ

2021

Sumário

Sumário

1- INTRODUÇÃO.....	1
2- A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO.....	7
2.1- Entidades clássicas. Uma versão do famoso experimento da razão (carga/massa).....	9
2.2- O Efeito Fotoelétrico	13
2.3- O Átomo de Bohr.	16
2.4- A Radioatividade.....	17
2.5- A fissão nuclear	24
3- O QUE CHAMAM DE CIÊNCIA, A VISÃO FEMINISTA E A PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS ENQUANTO TEORIA DE APRENDIZAGEM ADOTADA COMO REFERENCIAL TEÓRICO.....	29
3.1- As concepções convencionais sobre a Ciência.....	29
3.2- A visão/contribuição feminista à ciência	35
3.3- A produção de significados como a teoria da aprendizagem adotada como referencial teórico.....	37
4- O LUGAR DA MULHER NA CIÊNCIA	41
4.1-A mulher nas universidades e o papel da mulher nas transformações sociais.	41
4.2- Os movimentos de mulheres e o pensamento feminista...../.....	44
4.3- A trajetória das mulheres na ciência no mundo e no Brasil	49
5- AS MUHERES NA DIVULGAÇÃO/EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.....	55
5.1- A importância da divulgação científica para a representação feminina na ciência.....	55
5.2- História das mulheres que contribuíram com a ciência.....	65
6- AS RELAÇÕES DE GÊNERO NO ENSINO DE FÍSICA.....	77
6.1- Questionário de Sondagem- Análises e Discussões	78
7- CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	88
Referências Bibliográficas.	91
Apêndice A- Questionário.....	97
Apêndice B – Fotos do 1º livro Pioneiro na UFAL, sobre o tema Mulher na Ciência... 	99
Apêndice C- Artigo	101
Apêndice D-Produto Educacional.....	

Introdução

O interesse por esse tema, mulheres na ciência, surgiu na época em que fazíamos a graduação e éramos bolsistas do PIBID. Por esta razão, ele também se tornou motivação para o nosso Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) que foi intitulado: “Mulheres na Ciência: os livros didáticos da Física contemplam (de forma legítima) o papel da mulher na ciência?”

Como um dos objetivos precípuos desta nossa pesquisa é o de centrar a nossa atenção na questão da *Mulher na Ciência*, bem como de que maneira a questão é refletida no plano pedagógico e, mais geralmente no plano educacional, então propusemo-nos, no trabalho progresso, (ver PEREIRA SEIXAS, 2018) a desenvolver um estudo a fim de responder à pergunta formulada no título do TCC disposto acima. No trabalho progresso aqui referido elegemos como objetivos específicos os três seguintes:

1. Analisar se os livros didáticos de física utilizam a história da ciência para contextualizar as principais descobertas científicas;
2. Analisar a presença de relatos sobre as contribuições das mulheres para as ciências exatas (Física) e, no que diz respeito a essas contribuições, se houve, de fato, um aumento significativo perceptível desses relatos ao longo da última década;
3. Analisar a veracidade e a fidelidade da história dessas cientistas quando os livros trazem os seus relatos.

Os resultados obtidos na pesquisa anterior (ver PEREIRA SEIXAS, 2018) são enfáticos em pôr em evidência que embora os livros didáticos analisados declararem incluir considerações da História da Ciência enquanto conteúdos e que alguns deles se refiram a algumas cientistas, na verdade, podemos asseverar que *não houve evolução relevante quanto à abordagem das contribuições das mulheres na ciência*.

Concluimos então, muito assertivamente:

“Portanto, levando em conta que os objetivos específicos foram analisados [...], obtemos assim a resposta do objetivo geral do trabalho que foi o de analisar se “Os livros didáticos de Física contemplam o papel das mulheres na ciência?”, e com os resultados obtidos podemos ver que os livros não contemplam a real contribuição das cientistas” (PEREIRA SEIXAS, 2018, p. 40).

Deste modo, pesquisas posteriores foram necessárias para que avançássemos no tema Mulheres na Ciência e mais, geralmente, na comparação de Mulheres abraçando

carreiras acadêmicas, sejam elas científicas ou não. Argumentamos que tal escolha metodológica nos provê de elementos adicionais a fim de que venhamos a tornar o nosso estudo mais abrangente e discutir os limites e possibilidades de um ensino de física não machista por meio de uma abordagem que traga efetivamente as contribuições das mulheres na Física moderna.

Quando concluímos o TCC sob a orientação do Prof. José Renan Gomes dos Santos lotado no Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas (CEDU/UFAL) e defendida junto ao Instituto de Física (IF/UFAL) em 2018, não sabíamos de uma notável experiência progressa que merece ser lembrada aqui e que faz parte da história de nossa instituição universitária. Por amor à justiça e pela importância do evento, que supomos tenha sido um acontecimento precursor no âmbito de nossa instituição, devemos nos referir ao Seminário realizado em 22 de setembro de 1989, coordenado pela Profa. Reny Dalva Lacerda Gomide e intitulado *Mulher e Ciência* – (Apêndice -A)

À essa época já atuava na Universidade Federal de Alagoas o *Núcleo Temático Mulher e Cidadania*, promotor do *Seminário Mulher e Ciência*, e que providenciou a publicação do livro correspondente às contribuições apresentadas no seminário e que se tornaram ensaios escritos nesse mesmo livro em janeiro de 1991 quando a UFAL completava 30 anos de sua existência. Nada mais oportuno e salutar do que memorizá-lo, agora em 2021, quando a nossa cara instituição completa os seus 60 anos de existência. O aludido livro constituiu o primeiro número da *Coleção Gênero & Cidadania* do *Núcleo Temático Mulher e Cidadania* de nossa universidade. Por ocasião da publicação do livro foi convidada a Prof. Lucia Tosi da Universidade Pierre e Marie Curie de Paris que escreveu a Introdução e a Apresentação ao livro.

Além do *Prefácio* escrito pela Profa. Reny Dalva Lacerda Gomide e da *Introdução* e da *Apresentação* escritas pela Profa. Lucia Tosi, o livro contém ensaios escritos pelas Professoras Nadia Regina Loureiro de Barros Lima (UFAL), Marília Oliveira Fonseca Goulart (UFAL), Solange Bessa Cavalcanti e pelo Prof. Jenner Barretto Bastos Filho (UFAL).

Em continuação ao Projeto, o *Núcleo Temático Mulher e Cidadania* publicou em 1992 um outro livro da *Coleção Gênero & Cidadania*, coordenado pela Profa. Nadia Regina Loureiro de Barros Lima e intitulado *Mulher & Saúde*, livro esse prefaciado pela

então bolsista Analice Dantas Santos, apresentado pela Profa. Eleonora Menicucci de Oliveira da então Escola Paulista de Medicina, hoje, Universidade Federal de São Paulo, e contendo artigos escritos respectivamente, pela socióloga Maria Betânia Ávila do SOS Corpo-Grupo de Saúde da Mulher de Recife, pela Profa. Heliana Maria de Lima e Silva (UFAL), pela Profa. Heloísa Helena Lima de Moraes Carvalho (UFAL) e pelo Prof. Alceu José Peixoto Pimentel (UFAL).

Dando continuidade ao projeto dos dois livros publicados previamente, a Profa. Nadia Regina Loureiro de Barros Lima organizou em 1994 um terceiro volume – *Mulher e Meio Ambiente*- também publicado pela nossa editora EDUFAL e com contribuições das Professoras Rosa Ester Rossini, Lúcia Tosi, Elza Maria Marques Vieira, Sandra Mara Garcia e da própria Profa. Nadia Regina. O livro foi prefaciado pela Prof. Nadia Regina e apresentado pela Profa. Leda Maria Vieira Machado.

Um quarto livro foi publicado pela Gráfica Gazeta de Alagoas em 1997- *Mulher e Subjetividade*-, organizado pela Professora Elvira Barretto Cardoso, com contribuições da Professora Ana Rubio da Universidade de Granada, Espanha, da Professora Erinalva Medeiros Fonseca da UFAL em parceria com o Prof. José Loli Ruiz Resa da Universidade de Granada, da Profa. Nadia Regina e do Prof. Walter Matias Lima da UFAL.

Um quinto livro foi ainda publicado pela EDUFAL em 2001 – *O Feminino na Psicanálise*- organizado pela Profa. Nadia Regina Loureiro de Barros Lima com apresentação da Professora Maria Rita Kehl e ensaios escritos pela Professoras da UFAL Heliane de Almeida Lima Leitão, Jerzú Mendes Torres Tomaz e Nadia Regina.

Passemos agora a falar sobre o objetivo geral e os objetivos específicos deste novo trabalho que constituiu objeto de nossas considerações.

Na procura por definir o objetivo geral deste trabalho, cumpre-nos diante não adotar uma escolha de saber o que enfocar, diante da multiplicidade de aspectos que podem ser abordados, e, a partir de então, como fazer para utilizar o ensino de física como ferramenta para a divulgação das contribuições das mulheres na Física Moderna.

Para atingirmos o nosso objetivo geral, será necessário seguir uma linha de raciocínio usando alguns objetivos específicos, sendo eles:

1. Conhecer as contribuições das mulheres para a Física Moderna; discutir sobre as condições históricas e sociais de produção dessas contribuições científicas e a condição da mulher na ciência;
2. Caracterizar o ensino escolar de física quanto aos seus objetivos e suas diretrizes;
3. Levantar análises de professoras e professores de Física do Ensino Médio sobre as questões da abordagem das contribuições das mulheres no ensino de física;
4. Discutir meios outros de proceder a fim de vivenciarmos um ensino de Física não machista, especialmente quais devam ser os fundamentos pedagógicos dessas abordagens, propondo para tal um material didático que tematize e aborde a contribuição das mulheres para a Física moderna como culminância da discussão.

Eleger objetivos, independentemente de serem gerais ou específicos, é tarefa que requer alguma complexidade pois sempre nos deparamos com o duplo desafio: por um lado, o de optar por uma abrangência que sem querer limitar o pensamento a ponto de enquadrar o tema escolhido em esquemas rígidos e inflexíveis, terá necessariamente que delimitá-lo, e por outro lado, o de requerer necessariamente que o trabalho assuma uma delimitação no tempo e no espaço a fim de que venha a ser concluído, ainda que seja provisoriamente concluído, na medida em que qualquer conhecimento suscita outros tantos em infinita recorrência. É justamente isso que perseguimos: uma imprescindível delimitação de abordagem que deve ser combinada com uma disciplina mínima que não dê azo para um pensamento que caia na tentação da digressão do tipo de recorrência infinita, mas também que não caia na tentação da super simplificação excessiva.

Se levado minimamente a sério, o mister do(a) professor(a) de qualquer nível de escolaridade é complexo. Em quaisquer desses níveis o(a) professor(a) se deparará com a cognição, seja no aspecto da aprendizagem, seja no aspecto dos problemas epistemológicos suscitados por qualquer aventura do conhecimento.

No caso específico do Ensino Médio de física, há o desafio concreto de lidar com uma disciplina considerada difícil que requer níveis altos de abstração, mas sem que se perca a concretude de sua pertinência.

Tudo isso ainda requer o ensinamento e a discussão que envolvem o conhecimento interno de conceitos e teorias bem como o conhecimento das relações sócio-político-econômicas correspondentes nas sociedades nas quais tais conhecimentos são produzidos.

O ensino de física, como aliás o ensino de qualquer outro campo, não se esgota apenas no conhecimento stricto sensu da própria física, se bem que esse conhecimento stricto sensu seja imprescindível a fim de que venha a se constituir em bom ensino.

Exigir-se-á do professor(a) procedimentos e atitudes éticas, além do engajamento em posições que implicam em questões de cidadania, notadamente daquelas que envolvam interesse público, ou seja, de tudo o que for correlacionado com compromissos com todos os demais e que abrangentemente inclua justiça, equidade, natureza e ambiente.

O desafio que constitui levar a Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio, que, já por si só, constitui desafio de monta, não é o único que se depara diante de nós. Outros temas também se tornaram prioritários, principalmente, nos últimos anos.

Destacamos muito brevemente quatro deles:

i) Dar destaque às questões ambientais em conexão com os modelos de desenvolvimento e como a disciplina física pode contribuir para uma melhor compreensão do mundo em que vivemos em vista de uma concepção cidadã inserida numa formação desejável no nível do ensino médio;

ii) Estender o aspecto demasiado eurocêntrico das contribuições científicas para outras culturas em relação às quais também somos tributários, o que ajuda à formação abrangente dos estudantes desse nível de ensino e, desta maneira contribuir para a formação de uma melhor concepção de mundo por parte dos estudantes;

iii) Dar destaque às relações étnico-raciais no sentido de promover a compreensão visando a formação de uma concepção de mundo que enseje o combate ao racismo ao promover a discussão acerca das conquistas cognitivas importantes de ancestrais dos atuais afrodescendentes, inclusive no que concerne às técnicas agrícolas e de mineração, entre outras, o que naturalmente implica em um conhecimento minimamente razoável da história da África, a dos povos indígenas e a da própria história da formação sócio-político-econômica do Brasil;

iv) Enfatizar o papel da contribuição de cientistas mulheres tanto aquelas de lavra europeia quanto de outras mulheres que merecem destaque, o que ajuda ao combate do machismo pois coloca as mulheres como protagonistas de atividades intelectuais importantes.

O presente trabalho vai se concentrar mais enfaticamente no item (iv), mas episodicamente fazendo alusão e referência aos demais itens respectivamente (i), (ii) e (iii).

No próximo capítulo 1 intitulado *A física moderna e contemporânea no ensino médio. Uma entre várias narrativas que fundamentam a sua introdução* centraremos os nossos esforços no conteúdo em física moderna e contemporânea que pretendemos tratar no seio de nossa atividade no ensino médio. No capítulo 2 intitulado *O que chamam de ciência*, vem com a finalidade de explorar um pouco mais sobre esse tema já que trataremos sobre a mulher nesse campo. No capítulo 3, intitulado *O lugar da mulher na ciência*, abordaremos desde movimentos feministas, papel da mulher nas transformações sociais e sua trajetória nas universidades, assim como toda a trajetória das mulheres na ciência brasileira. No capítulo 4, intitulado *As mulheres na divulgação científica e na educação*, além de abordarmos a importância da divulgação científica das mulheres que fizeram e fazem parte da história da ciência, também trazemos relatos de contribuições de várias cientistas. No capítulo 5, intitulado, *Relações de gênero e ensino de física*, trazemos uma discussão, análise sobre a visão docente. E, finalmente no Capítulo 6 apresentamos as nossas **conclusões**, deixando em aberto perspectivas ulteriores de ataque deste importante tema sobre a Mulher na Ciência.

1. A física moderna e contemporânea no Ensino Médio.

Muito tem se falado sobre a necessidade do ensino de ciências em nível médio se atualizar, notadamente no que concerne ao ensino de física, querendo com isso se enfatizar que conteúdos que correspondam a desenvolvimentos mais recentes devam ser introduzidos neste nível de ensino. O motivo de tal reivindicação, que já se tornou voz corrente em amplos setores da comunidade de professores, está centrada na constatação segundo a qual, quase sempre, ou pelo menos muito frequentemente, os conteúdos de física veiculados no ensino médio não vão muito além da física clássica. Em outras palavras, os conteúdos correspondentes aos desenvolvimentos do século XX como os relativos à teoria quântica e à teoria da relatividade quase não aparecem em muitos cursos de física no ensino médio e, como sabemos, já estamos em 2021, ou seja, na terceira década do século XXI. Urge, portanto, trabalhar para diminuir esse abismo em prol da formação cultural dos estudantes e dos professores como também em prol de uma aproximação cognitiva a fim de que todos eles possam emitir pareceres mais abalizados sobre o mundo científico-tecnológico com o qual se deparam.

Este se constitui em um desafio de monta, se bem que não é o único desafio com o qual professores e estudantes se deparam.

A necessidade de formação ampla que constitua tanto em se debruçar sobre o desenvolvimento interno dos conceitos e teorias quanto a sua relação com a maneira com que as sociedades produzem, significam e ressignificam as suas produções, vai exigir também uma abordagem de alguma maneira externa de cujo teor se encontra inerentemente ligado a considerações sobre a natureza da ciência, ou seja, em que consiste esta e como se dá o seu funcionamento ou seus funcionamentos, sobre questões éticas, sobre a história e a filosofia da ciência e enfim, a tudo o que vai concernir à consciência do cidadão e da cidadã no mundo em que esses vivem.

Em suma, a formação de uma pessoa compreende uma gama complexa de valores éticos, atitudes, procedimentos, cognição e consciência da realidade na qual vive, e tudo isso somado se confunde com o próprio desafio da educação em geral, e da educação científica, em especial.

Faz parte dessa complexidade, e tudo isso por razões éticas, razões de justiça e razões históricas e epistemológicas, a necessidade de oferecer um quadro mais realista e honesto da própria natureza da ciência ressaltando o protagonismo de quem teve

historicamente suas vozes silenciadas, perseguidas e/ou sistematicamente omitidas, fato que ao se constituir em estigma e em preconceito decorre de uma narrativa distorcida majoritariamente veiculada, o que redundava em algo deletério para a educação científica quando vista na sua totalidade integradora e, como tal, deve ser superada ainda que parcialmente.

Nomes emblemáticos de brilhantes mulheres, cujos feitos devem ser ressaltados, inclusive para que os jovens estudantes, independentemente de sexo, tanto se informem quanto tomem consciência de sua importância e de sua necessidade, precisam ser trazidos à baila, uma vez que essa atitude pedagógica ajuda sobremaneira a exercitar tanto o respeito mútuo entre pessoas de sexos diferentes quanto no que diz respeito ao despertar de uma maior autoestima das jovens estudantes que assim se encorajam para estudos cujo estímulo ainda é, infelizmente, frequente e majoritariamente destinado para os meninos. Em suma, são estigmas que urgem ser superados e a educação científica quando dirigida para abordagens críticas pode desempenhar importantíssimo papel.

Enfatizar os brilhantismos de personalidades científicas femininas como Hipácia (360-415), Marie Curie (1867-1934), Maria Göppert-Mayer (1906-1972), Emmy Nöther (1882-1935), Lise Meitner (1878-1968), Irene Joliot Curie (1897-1956), entre tantas outras, constitui mais que uma oportunidade como, principalmente, por um lado, em uma necessidade em nome da justiça, bem como por outro lado, em uma melhor e mais justa apreciação da própria natureza da ciência.

Diante de tão complexas possibilidades de ataque de nosso trabalho aqui, tais como as explicitadas ao longo da introdução desta dissertação, optamos pelo duplo desafio que consiste em: a) tratar da maneira mais clara, que a nosso ver se deslumbra, no que se refere a levar a física moderna e contemporânea para o ensino médio; e b) ressaltar que as mulheres cientistas são protagonistas importantes e relevantíssimas do processo de construção dos saberes científicos. Os dois objetivos não são únicos e de alguma maneira tanto podem quanto devem ser entrelaçados com outros aspectos importantes como o das contribuições de culturas não eurocêntricas, além de temas outros como os que fizemos alusão ao longo do capítulo de Introdução desta dissertação.

Neste capítulo, denotado como primeiro capítulo que imediatamente segue à Introdução, dedicar-nos-emos ao teor de física moderna contemporânea. Desta maneira, estamos seguindo a recomendação da Coordenação Geral de nosso Mestrado Profissional em Rede patrocinado pela SBF/CAPES -o nosso festejado Mestrado Nacional

Profissional de Ensino de Física (MNPEF)- composto de polos centrados em várias universidades principalmente aquelas estaduais e federais de nosso país.

Entendemos esta recomendação como muito justa e razoável pois, em que pese o mister do professor ser complexo e multifacetado, compreendendo valores éticos, atitudes e procedimentos que abarcam necessariamente o mister do professor, asseveramos também que tais compromissos não podem nem devem dar azo a desprezos pelos conteúdos de nossa bela disciplina- a física.

Centremos agora a nossa atenção sobre algumas possibilidades de discussão no seio do ensino médio sobre a natureza de entidades microscópicas: a primeira delas no seio da física clássica e a segunda delas no seio das ideias quânticas.

1.1 Entidades clássicas. Uma versão do famoso experimento da razão (carga/massa)

Causa espécie saber que quantidades microscópicas como a carga do elétron e a sua massa podem, sob certas condições, ser acessíveis mediante exame experimental e teórico segundo métodos inteiramente clássicos.

O experimento da razão carga/massa do elétron

Vamos nos reportar agora a um experimento de alta relevância relacionado com a descoberta do elétron. Trata-se do famoso experimento que explicita o valor numérico da razão entre a carga q e a massa m do elétron (o famoso experimento q/m). Vamos nos ater a uma das versões desse experimento.

Há algumas décadas, dispomos de uma lâmpada, conhecida como “olho mágico”, com a qual é possível levar avante esse experimento.

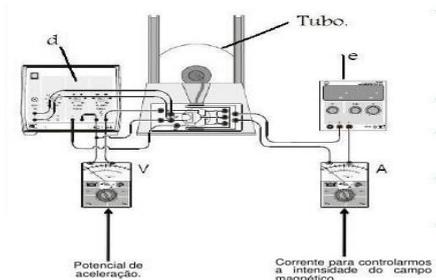
Figura 1 -Lâmpada conhecida como ‘olho magico’



Fonte: (MOSQUEIRO, T; BARBOSA,B,2008)

Quando ligada a uma fonte com potencial V , essa lâmpada exibe “raios luminosos” em linha reta que se tornam evidenciados por meio de um efeito de fosforescência. Na verdade, é conveniente enfatizar, que não se trata de luz no estrito sentido do termo na medida em que, como veremos mais adiante, tais “raios” são desviados sob aplicação de um campo magnético por meio de uma bobina (solenóide). Como a luz não está associada a nenhuma carga, então tais “raios” não poderiam ser desviados por ação de campo magnético e, por conseguinte, tais “raios” não poderiam se constituir em luz.

Figura 2: Esquema experimental de carga/massa



Fonte: (MOSQUEIRO, T; BARBOSA, B,2008)

Aplicando um potencial V à lâmpada, por meio de uma fonte externa, então a energia potencial Vq comunicada a uma partícula de carga q desse feixe implica em uma energia cinética adquirida por essa partícula carregada de massa m . Deste modo, podemos escrever,

$$Vq = (1/2) m v^2 \quad (1)$$

Em um segundo momento, é aplicado um campo magnético B por meio de uma outra fonte externa, independente da primeira, em uma bobina longa na qual a lâmpada é inserida. A corrente que percorre essa bobina é variada mediante um reostato de tal modo a controlar o desvio do feixe da linha reta até o momento em que o feixe puder ser considerado como descrevendo um arco de circunferência cujo raio R pode ser medido diretamente

Nessa situação, podemos dizer que a força magnética que age sobre essa partícula de carga constitui-se também na força centrípeta que age sobre a massa correspondente a essa carga. Deste modo, podemos escrever

$$qvB = m v^2 /R \quad (2)$$

A partir de (1), podemos explicitar o valor da velocidade v da partícula que nos leva a,

$$v = (2qV/m)^{1/2} \quad (3)$$

A partir de (2) podemos escrever,

$$(q/m) = v/RB \quad (4)$$

Ao substituírmos (3) em (4), então obteremos,

$$(q/m) = 2V/R^2 B^2 \quad (5)$$

O resultado (5) merece ser analisado com atenção. Com efeito, o primeiro membro de (5) exibe uma razão entre duas quantidades microscópicas enquanto o segundomembro de (5) exibe grandezas macroscópicas, notadamente o potencial aplicado V , o campo magnético B e o raio R do arco de circunferência que corresponde à trajetória queredunda no desvio da trajetória retilínea que se constatava antes da aplicação do campo magnético.

Deste modo, a razão (carga/massa) do elétron pode ser medida segundo métodos e concepções clássicas lançando-se mão de referenciais teóricos da física clássica como o conceito de força centrípeta da mecânica newtoniana, o conceito de força magnética do eletromagnetismo de Maxwell e a lei de Ampere que conecta o campo magnético aplicado com a corrente elétrica percorrida na bobina.

Combinando o experimento (q/m) com o experimento de Millikan

O experimento de Millikan constitui-se, grosso modo, em equilibrar uma carga macroscópica de uma gota de óleo de uma dada massa em um campo elétrico. Com a força da gravidade da massa da gota equilibrada com a força elétrica que age sobre a carga correspondente a essa massa, então a carga adquire velocidade constante, de maneira análoga ao fenômeno da queda constante de um paraquedista que equilibra o seu peso com a força de resistência do ar com o paraquedas aberto.

De maneira análoga ao caso do paraquedista, a queda da gota de óleo se dá segundo uma velocidade constante e, portanto, se trata de um movimento não acelerado.

Agora vamos introduzir um elemento da mais alta importância e que passa despercebido na maioria dos cursos de física moderna, cursos esses frequentemente preocupados em um ensino meramente instrumental. Ora, é exatamente para contraditar uma tal tendência que é conveniente e salutar que o professor atue como protagonista, oferecendo possibilidades culturais amplas e que são muito bem-vindas em quaisquer níveis de ensino, notadamente naquilo que concerne ao ensino médio.

Trata-se do Programa Pitagórico que transposto para o conceito de carga elétrica vai sugerir que qualquer que seja a carga macroscópica Q tem sempre um valor que é

múltiplo inteiro de uma carga elementar que lhe constitui a sua unidade alíquota irreduzível.

Os dados experimentais coletados a partir do experimento de Millikan, experimento este que demandou tempo considerável além de especial e obstinada paciência de seus realizadores e confiança no poder das ideias férteis legadas pela tradição cultural, formam um todo que enfaticamente sugere que qualquer carga macroscópica Q pode ser escrita como

$$Q = n q$$

Aqui, n é um valor inteiro e q denota a carga mínima, ou parte alíquota, de qualquer carga macroscópica.

Deste modo, podemos inferir, a partir dessas ideias que remontam à Escola Pitagórica, qual seja essa carga elementar assim inferida.

Esse valor é:

$$q = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$$

Isso, certamente, nos permite expressar o valor de q o qual substituído na relação (5) nos permite mais outro importante resultado, qual seja a explicitação da massa correspondente a essa carga elementar que é segundo essa cadeia de inferências, a carga do elétron que assume o valor estupendo e extraordinariamente pequeno de

$$m = 9,1 \times 10^{-31} \text{Kg}$$

Trata-se, a bem da verdade, de algo estupefaciente. Uma combinação de experimentos segundo concepções clássicas bem articuladas é perfeitamente capaz de nos prover um resultado tão espetacular.

Podemos notar, com todas as letras, que a massa do elétron ainda é, até hoje (2021) considerada elementar -mesmo em vista dos mais recentes desenvolvimentos da física de partículas e tudo isso é assim concebido mesmo com máquinas da Big Science como as do *Large Hadron Collider* (LHC) de Genebra. Em outras palavras, para os físicos e as físicas do LHC, bem como consensualmente, para todos os físicos e todas as físicas do mundo, o elétron ainda é considerado como elementar, isto é, sem estrutura, pelo menos até os mais recentes resultados então observáveis, ou seja, pelo nosso conhecimento

teórico-experimental até então, o elétron é, definitivamente, concebido enquanto uma partícula matematicamente pontual^{1, 2}.

Outro aspecto de grande relevância é que nenhuma ideia de dualidade é requerida para se chegar a esse caráter elementar. Esse resultado é concluído por meios inteiramente clássicos nos quais as teorias clássicas da mecânica newtoniana, de alguns aspectos do eletromagnetismo de Maxwell (não precisamos tratar de ondas eletromagnéticas, basta que nos atenhamos à lei de Ampere) e da fertilíssima ideia proveniente da Concepção de Mundo do Programa Pitagórico a qual é centrada na ideia do número inteiro.

1.2- O efeito fotoelétrico

O efeito fotoelétrico constitui outro fenômeno de grande importância para ser veiculado em um curso de física em nível médio.

Diferentemente das ideias veiculadas relativas ao experimento da razão entre a carga e a massa do elétron, no caso específico do efeito fotoelétrico a física clássica se depara com sérias limitações para a sua compreensão. Em outras palavras, e sendo mais assertivos, diríamos que o fenômeno do efeito fotoelétrico não é possível de ser concebido adequadamente no quadro referencial da física clássica.

Neste sentido, é necessário ir além da física clássica.

Os livros de texto do ensino médio dedicados ao tema e que abordam o fenômeno do efeito fotoelétrico apresentam uma versão bastante simplificada a qual, do ponto de vista estrito da matemática, não precisa ir além do conhecimento da equação da reta em geometria analítica. A famosa fórmula de Einstein para o efeito fotoelétrico, que no fundo é uma equação da reta em geometria analítica, exhibe a constante de Planck como sendo a própria declividade dessa reta.

Na medida em que a equação da linha reta é, provavelmente, a coisa mais simples de se apreender quando se estuda o conteúdo correspondente, então somos levados à

¹ Quando afirmamos que o elétron ainda hoje, em 2021, é considerado como uma partícula elementar, isso é, sem estrutura interna, como se fosse uma partícula pontual, e como tal enquanto objeto matemático da geometria de Euclides, isso pode causar surpresa, pois sabemos, pela mecânica quântica, que o elétron enquanto objeto quântico, é de fato um objeto dual, e assim algo complexo constituído e estudado enquanto corpúsculo-onda. Deste modo, haveremos de tecer ressalvas quando afirmamos tal caráter elementar do elétron. Em outras palavras, a afirmação de elementaridade do elétron no sentido de que a física hodierna assim o concebe, é coisa muito diferente de assumir a dualidade onda partícula como expressão da própria realidade no sentido quântico. Bem entendido, no experimento carga/massa o contexto é inteiramente clássico.

² Diferentemente dos elétrons, nêutrons e prótons são concebidos como exibindo estruturas internas, pois são formados por quarks. Todos eles, contudo, elétrons, prótons, nêutrons, bem como quaisquer outros objetos quânticos exibem a propriedade de dualidade.

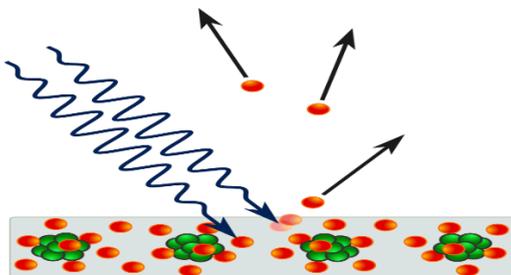
conclusão, em primeiríssima instância, que aqui, pelo menos neste caso, não é a dificuldade meramente matemática, no estrito sentido do termo, que se constitui no principal obstáculo epistemológico para a compreensão a pleno título do assunto.

No entanto, a compreensão da física envolvida no assunto tem que ser contextualizada histórica, epistemológica e fisicamente.

Não advogamos aqui em prol de uma recusa dos livros de texto e sim pela adição de uma narrativa – e aqui nos propomos a trabalhar em cima de uma delas- que, a nosso ver, melhora substancialmente a compreensão dos estudantes e dos professores, ou dito isso em tom menos triunfalista, trata-se de uma narrativa que carrega consigo a potencialidade de ajudar a melhorar a compreensão da explicação einsteiniana para o fenômeno.

Como o fenômeno que consistia na emissão de carga de uma superfície metálica quando nela incidisse uma dada luz de uma dada frequência não dependia da intensidade dessa luz e nem decorria de um tempo para a acumulação de energia, conforme o que previa o eletromagnetismo de Maxwell, então algo precisava ser feito para superar esse impasse. A emissão correspondente se dava instantaneamente, circunstância essa que era observada por meio do surgimento de uma corrente.

Figura 3: Representação esquemática do efeito fotoelétrico



Fonte: Wikipedia, 2013

Havia uma teoria inserida no quadro referencial de Maxwell, adicionada a algumas hipóteses segundo as quais a energia já estava lá no metal e que a luz incidente de uma dada frequência seria apenas o “gatilho”; essa teoria que era uma candidata ilustre para a explicação da ocorrência do fenômeno, deparava-se com dificuldades. Tratava-se da teoria de Lenard.

Einstein oferece uma explicação que contradiz a teoria oferecida por Lenard. Como o fenômeno não dependia da intensidade da luz e não se dava para qualquer luz de grande intensidade cuja frequência correspondente fosse menor que uma frequência

mínima característica do tipo de metal com o qual era constituída a superfície na qual a luz incidisse, então *Einstein propôs que a luz nessas condições atua como constituída de grânulos de energia*, de tal maneira que um grânulo de energia $h\nu$ incidia na superfície metálica, se destruía totalmente e essa energia era comunicada ao metal para realizar duas coisas: 1) uma primeira parcela da energia para arrancar a carga da superfície do metal; e 2) uma segunda parcela da energia para imprimir a essa carga arrancada uma energia cinética para fazer passar a carga do cátodo ao ânodo a fim de fechar a corrente fotoelétrica. Deste modo,

$$h\nu = \Phi + E_{\text{cin.}}$$

Aqui, ν denota a frequência do grânulo de luz incidente, h a constante de Planck, a constante fundamental que caracteriza precipuamente tudo o que for fenômeno atinente ao mundo quântico, Φ denota a energia que a partícula carregada (o elétron) tem necessidade para vencer a barreira de potencial do metal e $E_{\text{cin.}}$ a energia cinética adquirida pela partícula carregada para passar do cátodo ao ânodo a fim de fechar a corrente fotoelétrica.

Evidentemente, a fórmula de Einstein pode ser colocada como

$$E_{\text{cin.}} = h\nu - \Phi$$

Se fizermos um *mutatis mutandis* em que:

$$E_{\text{cin.}} \rightarrow y$$

$$h \rightarrow a$$

$$\nu \rightarrow x$$

$$\Phi \rightarrow -b$$

Então teremos a famosa equação da reta em geometria analítica, conhecida por todos,

$$y = ax + b$$

Millikan, além do famoso experimento da gota de óleo, na qual explicitou a carga elementar como parte alíquota mínima de qualquer carga, ainda foi capaz de empreender um experimento que redundou na medida da constante de Planck ao considerar superfícies metálicas e diferentes frequências para as quais obteve essa maravilhosa curva e, deste modo, foi capaz de medir a declividade da reta que em última análise, é o valor da própria constante de Planck.

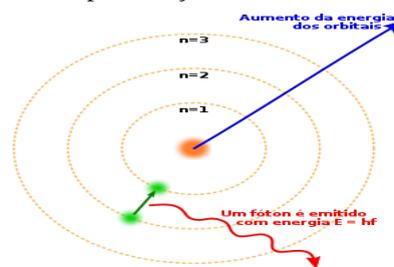
É interessante ressaltar para professores e para estudantes que a aceitação da fórmula de Einstein não foi nada fácil e até mesmo Planck foi por muito tempo recalcitrante.

Outro ponto importante a ser ressaltado em situações de ensino, é que Einstein não teve esse belíssimo insight a partir do nada. Tudo isso decorreu de penetrante análise a partir da fórmula de Wien, entre outros elementos, o que, tudo somado, decorreu de seu famoso artigo em seu Ano Milagroso de 1905. O dia 19 de maio de cada ano foi consagrado como o Dia do Físico como uma alusão memorialística ao ano em que os trabalhos sobre a relatividade especial, o movimento browniano, a emissão da luz (efeito fotoelétrico) e a sua tese de doutorado foram publicados.

1.3- O Átomo de Bohr

Há quem considere que o átomo de Bohr, por se constituir em um desenvolvimento de transição e inserido na, assim chamada, velha teoria quântica não deveria ser incluído em um curso de física no ensino médio e possivelmente nos primeiros anos do ensino superior devido ao fato de que com o advento da nova teoria quântica, a partir de 1927, notadamente da equação de Schrödinger, o tema átomo de Bohr havia se tornado obsoleto.

Figura 4: Representação do modelo de átomo de Bohr



Fonte: Wikipedia,2020.

- Mas, será que o argumento da obsolescência se sustenta quando enfatizamos que aspectos históricos e epistemológicos são, ambos, de especial valia para a formação de professores e estudantes?

Gostaríamos de combater tal orientação pedagógica, pois podemos identificá-la como de teor positivista. Efetivamente, quando Heisenberg propôs a sua mecânica matricial pretendia afastar a física atômica do uso de grandezas chamadas de não observáveis que estavam presentes na teoria do átomo de Bohr como trajetória do elétron,

velocidade orbital do mesmo entre outras. Heisenberg preferiu fundar os novos desenvolvimentos em grandezas observáveis tais como intensidade da luz, frequências emitidas pelos átomos e assim por diante.

No entanto, a teoria do átomo de Bohr, ainda que provisória, permitiu um avanço considerável na compreensão da realidade atômica, elementos de avanços esses, entre os quais podemos elencar três deles, a saber (ver BASTOS FILHO, 2003 p. 312-335, principalmente as seções II, IV e V):

i) a compreensão da fórmula de Balmer, dantes meramente empírica que se deu à luz da relação de Planck-Einstein $E = h\nu$, da ideia luminosa de estados estacionários, dos saltos quânticos de um nível de energia maior para um nível de energia menor com consequente emissão de luz de frequência bem definida, e da ideia pitagórica dos números inteiros;

ii) a compreensão do Princípio da Complementaridade que grosso modo estabelece que uma teoria mais geral deve redundar em uma teoria bem estabelecida e menos geral, como um caso particular da mais geral mediante o conceito de limite do cálculo infinitesimal; e,

iii) ligado a este Princípio da Complementaridade, a compreensão de que a teoria clássica era um caso particular da teoria quântica no limite de grandes números quânticos ($n \gg 1$) o que possibilitou a explicitação da constante de Rydberg em termos de três grandezas fundamentais da física atômica, quais sejam, *a massa do elétron, a carga do elétron e a constante de Planck característica dos fenômenos quânticos.*

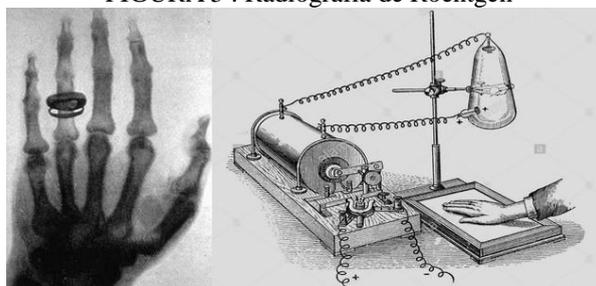
1.4- A Radioatividade

Entre os anos de 1895 e 1896, alguns cientistas como Boltzmann, Lord Kelvin, Poincaré, Lorentz e tantos outros, receberam cópias de um artigo acerca de um fenômeno desconhecido e muito interessante para pesquisa. O artigo tinha a assinatura de Wilhelm Conrad Roentgen, que em seus experimentos em 1895, em Würzburg, havia detectado um fenômeno desconhecido que nomeou de Raio- X (já que X simboliza uma quantidade desconhecida em matemática). A partir daí, as pesquisas sobre os raios X produziram muitos resultados, uma sucessão de fatos novos que precisavam ser explicados e tornados inteligíveis à luz de alguma teoria que à época ainda não havia sido formulada na medida em que se tratava de fenômenos então desconhecidos, e tudo isso somado resultou no surgimento de concepções revolucionárias.

Roentgen concedeu uma entrevista para Henry que dissera que estava concentrado nos problemas dos raios catódicos em tubo de vácuo (estudos de Hertz e Lenard) e que durante o experimento passou uma corrente no tubo e que o efeito viria do tubo, já que havia uma blindagem opaca.

Saiam raios desse tubo que tinham um efeito luminescente sobre o papel, denominou-se “luz invisível” Certamente era algo novo e que nunca havia sido registrado. A partir daí surgiu logo a ideia de fazer uma investigação: o que esses raios seriam e o que eles fariam?” A ideia pioneira foi fazer um tipo de fotografia, e o que resultou em um ‘contorno de ossos’, com isso Roentgen pegou sua esposa e fotografou sua mão esquerda com o raio X, e ficou chamada de Fotografia de Roentgen, uma das mais famosas imagens da História da Ciência. Onde foi bastante revolucionária, já que para ver ossos era necessário abrir cadáveres.

FIGURA 5 : Radiografia de Roentgen



Fonte: McClure's, 1896

Inclusive, um professor chamado Otto Lumer, escreveu que achava que estava lendo um conto de fadas, porém o nome do autor e suas provas sólidas o libertaram de qualquer ilusão desse tipo.

Sobre a foto e o que eram esses Raio X, as especulações eram várias, tanto que Roentgen, 1896 sugere uma hipótese “Os novos raios podem ser atribuídos a vibrações longitudinais do éter?” “Sabendo que é necessária maior fundamentação a minha conjectura”

No entanto, os Raio X saem do humilde laboratório de Würzburg e se expandem por toda a Europa. Em menos de um ano, esse assunto gerou mais de mil comunicações científicas publicadas. Na Inglaterra e França, Swinton e Poincaré repetiram o experimento e com algumas variações de experimentos alguns cientistas como J.J Thomson, Benoiste Murmuzescu perceberam a falta de homogeneidade da radiação. J.J Thomson percebeu que os Raios X eram capazes de descarregar eletroscópios, logo tornando o ar um bom condutor de energia. Os outros dois cientistas repetiram o

procedimento na Academia de Ciências de Paris e viram uma certa semelhança entre os Raio X e o raios ultravioletas como:

- Ambos sensibilizam as chapas fotográficas;
- Produziam fluorescência, invisíveis a olho nu

Mas existia também uma nítida diferença: A impossibilidade da refração e da reflexão, enquanto era facilmente percebida pelos raios Ultravioleta, nos Raio X era impossível haver esses fenômenos.

Henri Poincaré, contribuiu deixando um questionamento sobre qual seria a real relação entre a fluorescência e os Raio X (o que também foi causa das futuras pesquisas de Becquerel e Marie Curie). O Primeiro cientista a tentar a ideia de Poincaré foi Charles Henry, ele experimentou o sulfeto de zinco fosforescente como um componente intensificador dos efeitos dos Raios X emitidos pelo tubo Crookes: "A substância junto à ação da luz fazia com que os raios fossem intensificados. O que se verificava com maior nitidez da fotografia" (HENRY,1896)

Os instrumentos e outras substâncias utilizadas pelos cientistas estavam cada vez mais convergindo para a conjectura de Poincaré, que seriam:

- Materiais fosforescente emitem Raios X quando iluminados
- Mesmo em lugares escuros os materiais radioativos eram capazes de atravessar o papel negro.

E com cada vez mais pesquisas, as "Fotografias de Roentgen" eram produzidas com mais rapidez, e claro que isso repercutiu muito na medicina.

Apesar de ter sido o pioneiro e o propulsor do fenômeno Raio X, Roentgen escreveu apenas 3 artigos sobre ele, e não gostou da "tempestade" e "delírio coletivo" que o assunto tomou além da comunidade científica, preferiu abdicar desse assunto, já que vários cientistas estavam na pesquisa, e voltou a se dedicar na sua área de pesquisa predileta: Física dos Sólidos.

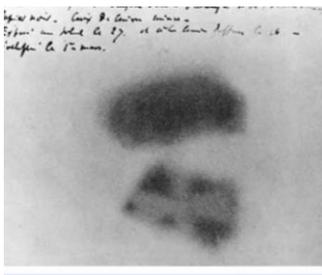
De um lado na Inglaterra, Lord Kelvin, do outro lado na França, Henri Becquerel se identificou com o assunto já que remetia uma analogia com os fenômenos já estudados. O pai de Becquerel era conhecido pelos estudos dos raios ultravioleta, fosforescência e fluorescência. Tinha um laboratório mais equipado (que seu pai era presidente), inclusive mais conhecimentos sobre algumas substâncias. Nas suas experiências Becquerel adicionou mais uma substância fora aquelas já testadas, e seria um composto de

urânio. Com os Raios do urânio ou também chamado de Raios Becquerel, nos experimentos houve pequenas diferenças dos Raios X.

O 'ás de ouro' de Becquerel também foi algo que não estava sendo utilizado nos experimentos dele e de outros cientistas: A ausência de luz.

Primeiramente, Becquerel necessitava dos raios solares para reproduzir seus experimentos, mas em uns dias chuvosos e o céu tomado de nuvens atrapalhou seus experimentos e guardou-os em uma gaveta enquanto aguardava o sol reaparecer. Porém, quando necessitou retirá-los percebeu um fenômeno inusitado: Ao manter o sulfato duplo de uranila e potássio no escuro, encontrou algo que ninguém tinha relatado: elas produziam as mesmas impressões fotográficas e ao contrário do que se esperava, os contornos apareceram com grande intensidade.

Figura 6: Impressão fotográfica de Becquerel devido ao 'ás de ouro'.



Fonte: Nascimento,2012.

Logo, a hipótese de Becquerel, que essas radiações examinadas por Lenard e Roentgen poderiam ser radiações invisíveis dadas por fosforescência, cuja duração de persistência fosse infinitamente maior do que as radiações luminosas emitidas por essas substâncias. (BECQUEREL,1896 apud PUGLIESE, 2012)

Sendo assim, Becquerel se pôs a fazer e refazer os experimentos e comparando as substâncias: - Com o sulfeto de Zinco, não obteve nenhum efeito, sendo assim o excluiu de seus experimentos; - Com o sulfeto de estrôncio: Nada também; - Sulfeto de cálcio que produzia fosforescência alaranjada, também não; - Dois Sulfeto de Cálcio que produziam fosforescência azul e azul-esverdeada tinham efeitos muito fortes, as mais intensas que já obteve das experiências. Todavia, após outros experimentos, os sulfetos de cálcio não sensibilizam as chapas fotográficas, somente o urânio (material fosforescente) teve essa habilidade, sendo que diferentemente do Raio X, seus raios poderiam ser refratados e refletidos com certos materiais. Segundo Becquerel, o

fenômeno de fosforescência invisível só aumenta quando os sais de urânio são iluminados por uma descarga elétrica ou pela luz solar. Mas, ora os raios de urânio agiam completamente diferente dos raios X, ora eles tinham a mesma atuação.

Logo após a caracterização do fenômeno em parceria com Silvanus Thompson, Becquerel recebeu a doação de um material raro, o urânio metálico. Após algumas experimentações com esse urânio metálico percebeu que ele teria a mesma atuação, a única pouca diferença era uma (hiper) fosforescência. Contudo, Becquerel e Thomson esgotaram todas as possibilidades da pesquisa, já que os raios de urânio já estavam resolvidos, não havia muito mais a fazer, já que o que iria descobrir seriam pequenas variações, jamais uma grande descoberta. A questão toda era a relação que esses raios de urânio (Raios Becquerel) tinham com os Raios X. Ficava necessário distinguir quais substâncias permitiam experimentar os Raios X e avançar.

Assim, a maioria dos físicos migraram para outras áreas de interesse, inclusive o próprio Becquerel - tanto que durante 2 anos as pesquisas ficaram inativas em relação aos raios de urânio. O Raio X era potencialmente mais útil e com grande potencial. Poderiam produzir fotografias da sombra dos ossos da mão, o urânio não, eram fracos demais para tirar boas fotos de ossos.

Por um lado, agora a pesquisa dos Raios de Becquerel parada e com as pautas do Raio X sendo bastante discutidas e por outro Marie Curie, paralelamente, estava necessitando de um tema para sua pesquisa (para se tornar doutora em ciências). Não queria se aprofundar no campo das pesquisas dos Raio X, por alguns motivos: 1. Havia muita competição em torno desse tema; 2. Não tinha laboratório para realizar os experimentos; 3- Não era possível acompanhar os estudos muito avançados. Sendo assim, os fatos levaram-na a ir mais além em um assunto já parado: Os raios de Becquerel, pois além de achar os raios Becquerel um assunto muito interessante via também que muitas perguntas ainda não tinham sido respondidas, além que os outros pesquisadores não estavam interessados neste tema. No entanto, Marie decidiu então iniciar as suas pesquisas por esse tema. Pierre Curie, na época, abandonou seus outros estudos e se dedicou a ajudar a sua esposa Marie nas suas pesquisas. Os trabalhos mais significativos sobre esse tema foram o do próprio Becquerel e o de Lork Kelvin mais os seus colaboradores.

Em um galpão abandonado e por trás do trabalho de Pierre, Marie conseguiu a autorização para Marie iniciar seus projetos, já que a mesma não tinha local próprio! Pierre auxiliou Marie tanto no local quanto nos instrumentos utilizados. Com o laboratório composto por uma “câmara de Ionização” - um eletrômetro Curie e a balança de Quartzo piezelétrico- a cientista começou de onde Becquerel e Kelvin haviam parado: mediu o poder de ionização dos raios de urânio, e com várias experimentações observou que os sais eram constantes e indiferentes a qualquer relação com o ambiente. Desconfiou que talvez o urânio não fosse o único a se ter esse comportamento então testou em outros componentes químicos, dentre vários dispostos no seu laboratório o tório ou compostos com Tório emitiam raios análogos aos do urânio e de intensidade parecida.

Buscaram o cientista Eugene Demarçay, para conseguir outros minérios que continham Tório e Urânio. Entre várias, a Pechblenda e a Colcolita mostraram um comportamento anormal.

Para o experimento Marie empregou para esse estudo um condensador de placas, uma das placas era recoberta por uma camada uniforme de Urânio e outra substância finamente pulverizada. Entre as placas d.d.p de 100 V. A corrente era medida em valor absoluto por meio de um eletrômetro e de um Quartzo Piezelétrico. Os compostos de Tório eram muito ativos. O óxido de Tório ultrapassa mesmo o urânio metálico em atividade. A Pechblenda (óxido de urânio) e a Calcolita (fosfato de cobre e uracila). Logo esses tais minérios podiam conter um elemento mais ativo que o urânio e para explicar a radiação espontânea do urânio e do tório ela tinha que imaginar que todo o espaço está constantemente atravessado por raios análogos aos raios Roentgen, muito influentes e penetrantes, que provavelmente eram absorvidos por certos elementos de grande peso atômico como o urânio e o tório (Curie, 1898)

Marie levantou sua hipótese que guiaria seus trabalhos: a atividade dos raios do tório e do urânio poderia estar ligada a uma propriedade atômica, no seguinte sentido: • depende da presença de alguns elementos químicos particulares • a intensidade da radiação é proporcional à porcentagem desses elementos químicos nos compostos estudados (descontando-se a absorção produzida por elementos inertes) • não depende de propriedades moleculares (outros elementos químicos inativos não alteram a emissão de radiação)

A ideia para comprovar isso foi separar todas as substâncias que compunham o Pechblenda (o minério que se tornava mais ativo)

Em um 1º momento atacam a Pechblenda com ácidos, o que produz uma solução aquosa que tratada também com hidrogênio sulfato, faz com que o urânio e o tório fiquem com solução dissolvidos, enquanto a substância mais ativa se precipita como um sulfeto junto com o chumbo, bismuto, cobre, arsênio e antimônio; em 2º momento com o sulfeto de amônia e sulfetos de arsênio e de antimônio se dissolve, restando com a substância ativa, o cobre, o chumbo e o bismuto; em 3º momento para separação do chumbo utilizou-se o ácido sulfúrico; em 4º momento para separação da substância ativa do cobre, o amoníaco.

O que restou foi a substância ativa com o bismuto, só que todas as estratégias com procedimentos químicos estavam esgotadas. Em um 5º momento colocaram a fuligem ativa, em forma de sulfeto, num tubo Boheme com o vácuo a 700° C e perceberam, com isso, que o bismuto se aglomerou na parte mais quente do tubo, enquanto a fuligem, mais ativa que o urânio e tório, moveu-se para a parte mais fria. O material que iniciaram em seu estado “bruto” era quatro vezes mais ativo que o urânio.

“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 (...)” (CURIE, MARIE; CURIE, P. 1898)

Com essa nota foi registrado que o acontecimento da invenção-descoberta do polônio essa nota é histórica e ali é usada pela primeira vez a palavra RADIOATIVIDADE.

“Este estudo rapidamente nos levou à descoberta de novos elementos cuja radiação, embora análoga à do urânio, era muito mais intensa. A todos estes elementos emitindo tais radiações chamei radioativos, e a nova propriedade da matéria revelada nesta emissão recebeu o nome radioatividade” (PIERRE, J.1998)

No entanto, a pesquisa não termina com a descoberta do Polônio. No decurso do trabalho de separação química dos elementos contidos na Pechblenda aperceberam-se que havia talvez ainda outro elemento radioativo que por algum motivo, emitia uma intensidade radioativa ainda desproporcional aos teores apresentados no Pechblenda que, por algum motivo emitia raios mais intensos que o polônio, separado na fracção do bário, pois nela mediram também intensa radioatividade.

Para isso foram feitos experimentos em 3 fases:

- A primeira: o verificaram que o Bário normal não era radioativo, depois constataram que uma substância radioativa podia ser concentrada por cristalização fracionada a partir do cloreto de bário obtido da Pechblenda e, por último, prosseguiram esta operação de separação até obter um cloreto com uma radioatividade 900 vezes superior à do urânio metal. A análise espectroscópica revelou riscas que não correspondiam a nenhum elemento conhecido e cuja intensidade aumentava com a radioatividade, isto é, com a purificação do cloreto.

Há uma forte razão para acreditar que a substância obtida contém um novo elemento. Propomos chamar-lhe rádio. Os “raios urânicos” representavam um desafio científico, pois mantinham as suas propriedades durante meses a fio, parecendo que a energia desses raios era criada a partir do nada, numa clara violação ao princípio da termodinâmica de Carnot segundo a qual a energia pode ser transformada, mas não criada ou destruída. Até finais de 1896 apenas 20 artigos tinham sido publicados sobre os “raios urânicos”.

Quando Marie Curie decidiu orientar a sua tese para o estudo dos “raios urânicos” este assunto era, pois, muito menos conhecido que o dos raios X. Nessa escolha terá sido um fator de peso poder dispor de um electrómetro, inventado por Pierre Curie e o seu irmão Jacques Curie, que permitia medir com precisão a ionização provocada pelas radiações. Escreveu Marie Curie a respeito desta escolha: “A questão era inteiramente nova e o tema não dispunha de qualquer bibliografia. Decidi-me assim a começar um trabalho sobre este tema”.

1.5- A fissão nuclear

Tal como argumentamos na introdução do presente trabalho, vários são os desafios com os quais nos deparamos quando enfrentamos a docência de física no nível do Ensino Médio. Temos o desafio de levar para as salas de aula a física moderna e contemporânea, notadamente aquela produzida a partir do século XX, de uma maneira a evitar apresentá-la aos nossos estudantes tanto de um modo demasiadamente matematizado e meramente formal quanto de um modo exageradamente simplificado a ponto de não suscitar nos jovens alunos o exercício de suas capacidades de intuição, incluindo aí a necessidade de se enfatizar que as intuições, sejam elas quaisquer, ainda que imprescindíveis e salutares

na medida em que ensejam o exercício da reflexão e da autonomia, também encontram sérias limitações.

Tanto quanto nomes seminais da teoria quântica -como Bohr, Heisenberg, Pauli, entre outros- já reiteradamente enfatizaram, a teoria quântica lança mão tanto de intuições clássicas tais como as circunscritas às partículas newtonianas reduzidas a massas pontuais interagindo entre si no espaço e no tempo, quanto intuições que flagrantemente as contradizem. Não nos aprofundaremos neste ponto, enormemente difícil que redundará na formulação da teoria quântica na sua formulação moderna a partir de 1927 na qual emergem conceitos sutis como a dualidade, a não localidade entre outros e para os quais o aprofundamento do aparato matemático faz-se necessário. Afirmar isso não implica- é necessário ressaltar- qualquer abandono da intuição e sim de seu refinamento em elevado grau. O nosso objetivo aqui é o de apresentar a física moderna e contemporânea aos nossos estudantes de uma maneira pedagogicamente compreensível e, principalmente, o de prover meios para que o interesse na aventura do conhecimento científico seja despertado nas pessoas, tanto aquelas que, por um lado, seguirão a carreira de físicos e/ou professores de física, quanto, por outro lado, aquelas que pretendem escolher outros caminhos sejam eles, científicos ou não. Todas essas pessoas que se constituem em público alvo do ensino de física em nível médio devem ser contempladas e, deste modo, desejável será que possam aproveitar tanto da beleza quanto da importância do pensamento científico no mundo em que vivem e que isso contribua para a formação de suas próprias concepções de mundo.

Paralelamente ao desafio já gigantesco que constitui um ensino que proveja meios para abrir as mentes dos jovens estudantes neste importante e estratégico nível de ensino que é o ensino médio, temos o desafio aqui nesta dissertação de ressaltar o protagonismo da inteligência feminina por ocasião deste mesmo ensino médio.

Se aqui nos referimos às contribuições de Marie Curie, também é conveniente que nos atenhamos panoramicamente a Lise Meitner (1878-1968) com o fito tanto de apresentar o seu protagonismo em um dos episódios de grande relevância para o conhecimento da realidade microscópica que foi a fissão nuclear (ver BASSALO & CARUSO, 2015).

Preliminarmente, traçamos algumas linhas sobre essa interessantíssima personagem da história da física e para tal vamos nos valer do texto de uma física nuclear brasileira professora da Universidade Estadual do Rio de Janeiro UERJ, a Profa. Dra. Marcia Begalli. Referindo-se a Lise Meitner, ela escreve:

[...] Trabalhou durante anos sem receber nenhum pagamento, apesar de desenvolver pesquisas de ponta, com resultados de alto impacto científico. [...] A luta de Lise Meitner contra o preconceito foi tão significativa que a fez mais conhecida por ela do que por suas contribuições científicas. Mas é preciso lembrar que essas contribuições científicas foram importantíssimas no estudo da radioatividade. [...] Além disso, junto com Hahn e Strassman, descobriu a fissão nuclear. (BEGALLI In; Prefácio ao livro **Meitner** de BASSALO & CARUSO, 2015)

O excerto acima mostra que a dureza da luta de uma mulher cientista pelo reconhecimento de seu valor intelectual pode até mesmo obscurecer o valor intrínseco de seu próprio trabalho a ponto do realce dessa batalha se dar muito mais quanto à luta propriamente dita para a justa afirmação de seu valor intelectual do que pelo teor e importância de seu trabalho no estrito sentido do termo. Por isso, Begalli faz, muito justamente, questão de enfatizar a importância de Lise Meitner para os campos da radioatividade e da fissão nuclear.

Complementando os comentários ao livro de Bassalo e Caruso, encontramos o interessante texto da capa de trás, escrito por outra física brasileira, professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Profa. Dra. Eliane Veit que ressalta a pertinência dos autores, Bassalo e Caruso, terem trazido à baila o exemplo de Lise Meitner. A propósito Veit escreve:

Dentre as várias ações voltadas para a divulgação científica que Bassalo e Caruso têm desenvolvido, destaca-se uma coletânea bibliográfica sobre físicos que mudaram o século XX. Aliando minuciosa pesquisa em fontes históricas à capacidade de síntese e redação, esses autores têm elaborado cativantes textos sobre a vida e obra de grandes físicos. Este volume, décimo primeiro da coletânea, é dedicado a uma mulher, a austríaca Lise Meitner. Ela construiu uma brilhante carreira acadêmica, em uma época em que, por lei, era proibido às mulheres terem acesso à Universidade Pública em boa parte da Europa. Por diversos períodos trabalhou sem remuneração, ou por ser mulher ou por ser de família judaica e, na época da guerra, ter de fugir da Alemanha, estabelecendo-se em Estocolmo. Apesar disso, como nos contam com sensibilidade e maestria os autores, audácia, persistência e inteligência não faltaram a essa mulher que foi uma das responsáveis pela descoberta da fissão nuclear (VEIT, In: Capa de trás ao livro **Meitner** de BASSALO & CARUSO, 2015)

A fissão nuclear é grosso modo a estupenda descoberta teórico-experimental de que os núcleos dos átomos de certos elementos químicos de grande número de prótons podem redundar, quando bombardeado por nêutrons, em outros elementos químicos de menor número de prótons no contexto dos elementos da tabela periódica.

Como o número de prótons do núcleo atômico caracteriza o elemento químico em questão, então o núcleo original correspondente ao elemento químico de partida dará vazão a outros elementos químicos cada um dos quais de núcleos com menores números de prótons.

A intuição de Meitner resultou de um diálogo com o seu sobrinho Frisch quando ambos estavam em Estocolmo. Partiram da ideia básica do modelo da gota líquida. O relato do que Meitner houvera dito a seu sobrinho Frisch, também físico, no momento de sua intuição -talvez um insight abduativo mesmo- foi o seguinte:

Hahn é um químico bom demais. Tenho certeza de que o resultado está certo. Mas que diabo significa isso? Como alguém pode conseguir um núcleo de bário de um de urânio? [...] Ora, o urânio tem 92 prótons, e o bário 56. Como o urânio poderia perder 36 prótons de uma só vez? Um nêutron pode fragmentar um ou dois prótons, mas 36? Poderia o núcleo de urânio ser cinzelado ou fatiado em dois? Não, o nêutron não poderia agir como um cinzel, e o núcleo não era um objeto sólido para ser fatiado em dois. Parecia-me mais como a gota de um líquido (MEITNER In: BASSALO & CARUSO, p. 52-53)

Vejamos um exemplo: um nêutron bombardeia um núcleo de urânio cujo núcleo tem 92 prótons

Vejamos um exemplo em notação moderna:



No exemplo em tela, um nêutron bombardeia um núcleo de urânio, que contém 92 prótons, redundando daí na fissão do núcleo original em dois outros núcleos de elementos químicos da tabela periódica, no caso, respectivamente, o núcleo de xenônio cujo núcleo contém 54 prótons e o núcleo de estrôncio cujo núcleo contém 38 prótons. No fenômeno descrito ainda emergem 2 nêutrons, um fóton de raio gama e a liberação de uma energia de 200 MeV.

Como se vê as leis de conservação são preservadas e com essas o número total de prótons antes e depois. No caso em pauta,

$$\mathbf{92\text{ prótons} = 54\text{ prótons} + 38\text{ prótons}}$$

De maneira análoga, também o número total de nucleões é o mesmo antes e depois, o que facilmente se nota, pois

$$\mathbf{1\text{ nucleão} + 235\text{ nucleões} = 140\text{ nucleões} + 94\text{ nucleões} + 2\text{ nucleões}}$$

Há várias possibilidades de rompimento dessa “gota nucleônica”. Reportemo-nos a um excerto bastante elucidativo contido no livro de Bassalo e Caruso quando esses

autores ainda se referem ao insight de Meitner em seu diálogo com o seu sobrinho Frisch quando ambos estavam em Estocolmo já referido anteriormente:

[...] Além do mais, a gota nucleônica” poderia se dividir de várias maneiras diferentes. Por exemplo, em bário ($_{56}\text{Ba}$) e criptônio ($_{36}\text{Kr}$); e em rubídio ($_{37}\text{Rb}$) e célio ($_{55}\text{Ce}$); e em xenônio ($_{54}\text{Xe}$) e estrôncio ($_{38}\text{Sr}$). Desse modo, Lise e Frisch concluíram ser essa a razão dos resultados obtidos por ela, Meitner, isoladamente, e junto com Hahn e Strassman, assim como os obtidos por Hahn e Strassman e, também, por Irène Joliot-Curie. [...] Estava assim explicada a fissão nuclear[...] (CARUSO & BASSALO, 2015, p. 57)

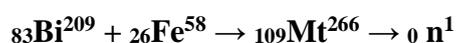
Se ainda nos referirmos ao Programa Pitagórico vemos que todas as possibilidades elencadas no excerto imediatamente anterior satisfazem os seguintes números:

$$56 + 36 = 92$$

$$37 + 55 = 92$$

$$54 + 38 = 92$$

Interessante notar que, assim como existe o fenômeno da fissão nuclear, também existe o fenômeno também estupendo da síntese de elementos transurânicos como o que homenageia postumamente Lise Meitner como o obtido experimentalmente em 1982 (ver Bassalo & Caruso, 2015, p. 26):



Na estupenda síntese em tela a síntese entre o bismuto e o ferro redundando na obtenção do meitnério e podemos ver que mais uma vez o Programa Pitagórico revela-se fértil. Efetivamente:

$$83 \text{ prótons} + 26 \text{ prótons} = 109 \text{ prótons}$$

$$209 \text{ nucleões} + 58 \text{ nucleões} = 266 \text{ nucleões} + 1 \text{ nucleão}$$

Concluimos esta seção afirmando a pertinência de veicular essa discussão e essas ideias no contexto do ensino de física no ensino médio. Não apenas fenômenos estupendos que eram desconhecidos antes do século XX tornam o ensino de física mais atualizado.

Além disso, ressalta-se a pertinência e a fertilidade de ideias antigas tais como as circunscritas pelo Programa Pitagórico do número inteiro como elemento essencial para a compreensão da realidade natural, em especial, a realidade em nível nuclear.

CAPÍTULO 2- O que chamam de ciência, a visão feminista e a produção de significados enquanto teoria da aprendizagem adotada como referencial teórico

Durante muito tempo a ciência vem passando por diversos significados, já que a mesma passou por vários itinerários bibliográficos no campo da ciência e nem sempre obteve sucesso com sua descrição. Segundo Freire-Maria em seu livro “a ciência por dentro” (ver FREIRE-MAIA, 1998) os filósofos da ciência raramente se dedicam ou se propõem a definir o que é a ciência, pois existem 3 explicações principais para essa resistência em não a definir: A primeira é que toda definição se torna incompleta; a segunda seria a complexidade do tema; e a terceira, a falta de acordo entre as definições. Freire-Maia põe de lado a epistemologia e a partir de princípios elementares, procede a uma simples definição de ciência enquanto “conjunto de descrições, interpretações, teorias, leis, modelos etc., visando ao conhecimento de uma parcela da realidade” através da metodologia científica que o referido autor diz ser uma “metodologia especial” (Freire-Maia, 1998, p.24).

Tendo em vista a rápida evolução da ciência bem como os vários estilos que os cientistas lançaram e ainda lançam mão para a sua produção, então o empreendimento que consiste em se chegar a um significado suficientemente amplo que compreenda toda a complexidade inerente ao *fazer ciência* constitui difícil mister. Veremos a seguir algumas das importantes concepções da ciência.

2.1- As concepções convencionais sobre a ciência

Teorias, métodos, técnicas, produtos contam com uma confiança geral quando são considerados científicos. Mas, essa confiança/aprovação vieram do nada? Não. Esses tipos de atitude frente à ciência devem-se, em grande parte, ao extraordinário sucesso de resultados pelas matérias de ciência da natureza- leia-se física, química e biologia- principalmente. Aceitamos que detrás de uma receita seguida com afinco, resulta em um conhecimento seguro. (CHIBENI, 2001)

A partir do século XVII, quando a ciência ingressa numa nova era, a questão do método científico começou a ser uma das principais preocupações dos filósofos, tanto que em torno dela formou-se o ramo de filosofia da ciência”.

O pioneiro das concepções de métodos científicos foi Francis Bacon que afirmava que a ciência começa por observações e essas devem ser neutras. Após já ter uma ‘noção’ ou conhecimento dessas observações, deve-se induzir algo sobre a sua observação, podendo assim generalizar (a lei nesse caso representa, pois, uma generalização das experiências). E se assim cair no domínio lógico e ser assumida como verdadeiro, vira um caso de dedução- chegando a uma conclusão apenas com o raciocínio. O método baconiano consiste, em breves palavras, em observar o mundo com a mente purificada. Após o observador ser purificado dos ídolos que perturbam a verdadeira observação, então este deve concluir sobre o mundo ‘*tal como ele é*’

Este é o chamado método indutivo. O método baconiano da indução consiste, grosso modo, em voltar-se à observação desde que a mente esteja previamente purificada das *Antecipações da Mente (Anticipatio Mentis)*, para que, a partir de então, o observador possa ver “a natureza tal como ela é” e assim interpretá-la corretamente. Trata-se da *Interpretatio Naturae* que não é apenas uma interpretação qualquer e sim uma interpretação verdadeira. Popper enfatiza este importante ponto em oportuna advertência. Vejamos como:

[...] a tradução “interpretação da natureza” é errônea e deveria ser substituída por fórmula como “a (verdadeira) leitura da natureza”, análoga a “a (verdadeira) leitura da lei” (POPPER, 1982, p. 41)

Atenhamo-nos agora ao aprofundamento deste ponto. Para tal, vejamos a seguinte citação de Bacon:

Para efeito de explanação, chamamos à forma ordinária da razão humana voltar-se para o estudo da natureza de *antecipações da natureza* (por se tratar de intento temerário e prematuro). E à que procede da forma devida, a partir dos fatos, designaremos por *interpretação da natureza* (BACON, 1988, p. 18)

Trata-se de um processo de purificação que consiste em eliminar as *antecipações da natureza* que consistem em preconceitos e visões distorcidas e a partir de então passar a considerar os *fatos*. Prestemos atenção especial ao significado atribuído por Bacon à palavra que na versão da tradução em português é *fato* e que na versão em inglês é *deduced from things* que mais livremente podemos considerar como *deduzida a partir das coisas sem que haja antecipações ou considerações prévias*.

Nesse sentido, Bacon vai enumerar os ídolos (preconceitos, considerações prévias etc.) que, segundo ele, bloqueiam a mente humana. Vejamos o seguinte excerto a respeito:

São de quatro gêneros os ídolos que bloqueiam a mente humana. Para melhor apresentá-los, lhes assinamos nomes, a saber: *Ídolos da Tribo; Ídolos da Caverna; Ídolos do Foro e Ídolos do Teatro*. (BACON, 1988, p. 21)

De acordo com a concepção baconiana, tal purificação dos preconceitos e das antecipações torna-se necessária pois:

[...] O intelecto humano é semelhante a um espelho que reflete desigualmente os raios das coisas e, dessa forma, as distorce e corrompe (BACON, 1988, p. 21)

E trazendo à baila mais uma citação de Bacon a fim de nos ajudar no processo de aprofundar a hermenêutica baconiana, vejamos mais um de seus excertos:

Já falamos de todas as espécies de ídolos e de seus aparatos. Por decisão solene e inquebrantável todos devem ser abandonados e abjurados. O intelecto deve ser liberado e expurgado de todos eles, de tal modo que o acesso ao reino do homem, que repousa sobre as ciências, possa parecer-se ao acesso ao reino dos céus, ao qual não se permite entrar senão sob a figura de criança (BACON, 1988, p. 37-38)

Aqui, é importante ressaltar a concepção de Bacon segundo a qual o acesso ao reino do homem, reino este no qual estão fundadas as ciências, é análoga ao acesso ao reino de Deus que somente poderá ser alcançado quando as pessoas se imbuem da alma de criança. A inocência das crianças, livre das antecipações maldosas e dos preconceitos antecipadores, é a expressão da mente purificada dos ídolos que perturbam a mente humana e a impedem de entrar no reino das ciências.

A concepção baconiana que constitui a tradição inglesa do empirismo desenvolvida na linha do tempo por autores como Locke, Hume, Stuart Mills, entre outros, pode ser seriamente criticada pela própria ciência a partir de pensadores como Galileu, Newton entre vários outros.

Autores que defendem que o estudo da natureza requer necessariamente concepções e teorias prévias por meio das quais tenhamos condições de estudar o mundo e que sem essas jamais poderíamos ir avante no conhecimento, estão, definitivamente, na contramão da concepção baconiana.

A Revolução Científica dos séculos XVI e XVII -precípua e mais destacadamente durante século XVII- impõe sérias reservas à concepção baconiana segundo a qual a ciência nasceria a partir da observação, após uma vez serem exorcizados os ídolos que caracterizariam as antecipações preconceituosas da mente.

Perguntamos a propósito:

-Não seria mais razoável se dizer que a Revolução Científica seria mais apropriadamente compreendida se viermos a conceber que é necessário contradizer a observação?

Formulando alternativamente a questão, perguntamos:

-Não seria melhor dizer que a ciência nasce quando superamos a aparência das coisas, que os sentidos nos enganam e que essa pretensa purificação baconiana não nos leva a lugar nenhum?

Ora, se concebermos como elemento importantíssimo da Revolução Científica que a passagem da concepção que constitui o sistema geocêntrico para a concepção que constitui o sistema heliocêntrico implica que necessariamente devemos contradizer o movimento aparente do Sol no decurso de 24h e, em vez deste movimento aparente do Sol, passarmos a considerá-lo parado e por conseguinte fazendo com que a Terra rode em torno de seu próprio eixo, então- podemos asseverar com todas as letras- que a epistemologia baconiana se vê em flagrante inadequação e portanto em apuros.

Definitivamente, uma adoção do gênero, na linha de Aristarco de Samos, de Copérnico e de Galileu exige necessariamente concepções prévias e não uma purificação ingênua dos ídolos. Colocado em outros termos, diríamos que qualquer observação, desde que potencialmente científica, exige uma ou mais teorias à luz das quais a observação faça sentido. Ainda em outros termos, diríamos que toda a observação está impregnada de teoria.

Para enfatizar esta importante característica, Freire e Bastos Filho (ver Freire et al., 1995) escreveram um artigo no qual analisaram três problemas para os quais nenhuma observação despida de teoria poderia dar conta de alguma solução minimamente aceitável para uma ciência madura como a física. Em outras palavras, se considerássemos essas pessoas como seres imbuídos de almas inocentes de criança, e que após terem se purificado dos ídolos baconianos se voltassem para a natureza com os seus olhos epistemológicos completamente destituídos de considerações prévias, então, definitivamente, essas pessoas não seriam capazes de fornecer qualquer solução minimamente aceitável para esses problemas.

Os problemas colocados no artigo aludido de Freire et al. foram as seguintes:

- Qual é o raio da Terra?
- Qual é a massa de Júpiter?
- Qual é a massa do elétron?

Em breves palavras, diríamos que no que concerne à primeira pergunta, essa somente faz sentido se trouxermos à baila, em primeiríssima instância, a geometria euclidiana e a óptica geométrica como referenciais teóricos à luz dos quais a pergunta tenha potencialidade de fornecer minimamente resposta razoável.

No que concerne à segunda pergunta, um conceito como *massa de um planeta*, somente faz sentido se o concebermos à luz da teoria gravitacional de Newton ou de alguma outra teoria que, em princípio, tenha minimamente condições de lhe propiciar significação.

Quanto à terceira pergunta, a inferência da massa do elétron a partir dos experimentos da razão carga sobre massa exige uma articulação prévia de teorias envolvendo a mecânica newtoniana, o eletromagnetismo, a concepção pitagórica de que qualquer carga macroscópica constitui-se em algum múltiplo de uma carga elementar e também de uma articulação envolvendo os experimentos como o do famoso experimento da razão entre carga e massa e a experiência de Millikan, sendo que a análise coerente dessa última experiência já contém a inferência segundo a qual cargas macroscópicas são sempre múltiplas de uma carga alíquota elementar. Em outras palavras, trata-se aqui de um entrelaçamento de teorias e de experimentos e que ademais, esses experimentos são analisados à luz de teorias, circunstância importantíssima essa que não seria minimamente compatível com a ingênua concepção indutivista baconiana aqui previamente comentada.

Após Bacon, as concepções de ciências foram desenvolvidas por declarações de cientistas como Galileu, Newton, Boyle e no século seguinte pelos Enciclopedistas.

Durante a primeira metade do século XX, uma plêiade de filósofos empreendeu aprimorar o que denominavam de “concepção comum da ciência” em um sofisticado programa filosófico, conhecido como positivismo lógico. O positivismo lógico foi desenvolvido por membros do chamado Círculo de Viena, na década de 1920, com base no pensamento empírico tradicional e no desenvolvimento da lógica moderna.

Na década de 1950, vem Popper e o falseacionismo, a ideia central de Popper é de que a teoria seja rigorosamente testada, e se ela falhar deve ser eliminada e substituída por outra que seja capaz de ser aprovada no teste que a outra teoria não passou.

Popper diz, no livro *Objective Knowledge* (pg. 258):

“Acredito que a teoria --- pelo menos alguma expectativa ou teoria rudimentar--- sempre vem primeiro, sempre precede observação; e que o papel fundamental das observações e testes experimentais é mostrar que algumas de nossas teorias são falsas, estimulando-nos assim a produzir teorias melhores. Consequentemente, digo que não partimos de observações, mas sempre de problemas -não partimos de observações, mas de problemas

– seja de problemas práticos ou de uma teoria que tenha topado com dificuldades”
CHIBENI (2001, apud POPPER, 1972)

A dificuldade de Popper foi o chamado “problema de Duhem-Quine”, onde esse problema se consistiria numa crítica baseada pelo filósofo norte-americano Willard Van Orman Quine; tal concepção continha a ideia de que a perspectiva de Popper seria limitada, já que somente aceitariam proposições verificadas (e falseadas) empiricamente. Esse problema de “Duhem-Quine” diz que para qualquer observação científica poder-se-iam extrair inúmeras explicações (STANFORD, K. 2017).

Na concepção Lakatosiana de ciência – ver Irme Lakatos-, há algo mais a ser considerado a fim de que seja estabelecido o estatuto de cientificidade de uma dada teoria. A partir dessa concepção pode-se pensar em um novo critério demarcatório entre ciência e não ciência. Para uma teoria ser dita científica, esta deve estar imersa em um programa de pesquisas, e este programa deve ser progressivo.

“Pode-se compreender muito pouco do desenvolvimento da ciência quando nosso paradigma de uma porção de conhecimento científico é uma teoria isolada, como “todo cisne é branco”, solta no ar, sem estar imersa em um grande programa de pesquisa. Minha abordagem implica um novo critério de demarcação entre ‘ciência madura’, que consiste de programas de pesquisa, e ciência ‘imatura’, que consiste de uma colcha de retalhos.”
(CHIBENI 2001, apud, LAKATOS, 1970)

O que Lakatos denomina de programa de pesquisa, são teorias científicas que devem ter indicações do que fazer e não fazer; um programa de pesquisa deve sempre respeitar os pressupostos teóricos que desencadeiam a pesquisa, pressuposto básicos (núcleo comum); o programa de pesquisa pode ser entendido como um projeto que deve ser definido e passível de pesquisas futuras, e o mesmo será progressivo quando produzir resultados, e degenerativo quando deixar de produzir. Logo um programa de pesquisa deve ser avaliado pela medida que progride ou se degenera, e não se dizer que um programa é melhor do que o outro; deve-se oferecer chances ao programa de pesquisa quando este não está funcionando, e não o abandoná-lo, conforme propusera Popper em relação às teorias. As conformações são sempre mais importantes do que as refutações. Lakatos também classifica que a ciência madura possui ‘poder heurístico’ e nele pode haver a heurística negativa e positiva. De acordo com a heurística negativa, não se pode modificar os pressupostos teóricos, e de com a heurística positiva, haverá sempre um cinturão protetor, que seria o conhecimento prévio e dotado de intencionalidade. A heurística positiva traz também o que conservar e a negativa o que não contestar. Ela

também demonstra como desenvolver o cinturão protetor, a negativa restringe-se ao que não se deve fazer. A forma como a ciência avança é com a estruturação das teorias. (MOREIRA; MASSONI, 2011)

2.2 A visão/contribuição feminista à ciência

Até o início do século passado a inferioridade feminina era consenso na comunidade científica que a mulher era considerada biologicamente e intelectualmente incapaz de exercer as mesmas funções que os homens (COSSETE,2012). Atentamos ao fato que por essa exclusão das mulheres no conhecimento científico, já que o mesmo foi “reservado” aos homens. Mas já que hoje temos mulheres fazendo ciência, por que as quantidades de mulheres ainda são bastante inquietantes?!

Assim, conforme cita BANDEIRA (2008), a discussão sobre isso envolve: a) argumentos naturalistas, condição de neutralidade da ciência, com perspectiva masculinista e com linguagem androcêntrica; e b) dimensão universal atribuída ao conhecimento científico, assim como pela crença no caráter progressista da racionalidade científica.

Esse tipo de discussão e de críticas não foram exclusivamente das feministas; os grupos e movimentos "anticolonialistas", oriundos da contracultura, ecológicos, antimilitaristas, entre outros, empreenderam críticas ao processo de conhecimento científico, para o o qual, tirando outras questões, também criticaram a exclusão da mulher nesse processo. O foco da crítica feminista está na forma de organização do mundo social e natural materializado nas relações sociais, cognitivas, éticas e políticas entre homens e mulheres, assim como nas suas expressões e significados no mundo simbólico. BANDEIRA (2008,apud HARDING, 1996)

O pensamento crítico feminista se mostrou com um potencial reflexivo para as características de “fazer ciência” portadoras de marcas cognitivas, éticas e políticas de seus criadores – os homens- e assim fazendo com que a ciência seja demarcada como algo de característica tanto de raça, tanto de gênero, classe social e cultural.

Assim, como cita Sandra Harding, em seu livro *Ciência e Feminismo*:

“A crítica feminista é de contexto, relacional e relativista o que de início implica numa atitude crítica iconoclasta que consiste em não aceitar totalidades universais ou balizas fixas. Trata-se de historicizar os próprios conceitos com que se tem de trabalhar, tais como os de reprodução, família, público, particular, cidadania, sociabilidades a fim de transcender definições estáticas e valores culturais herdados como inerentes a uma natureza feminina” (HARDING, 1996)

Vimos na subseção anterior que Francis Bacon e os demais da famosa Royal Society, os pioneiros dos “métodos científicos” impediram a presença das mulheres nas universidades admitindo somente a presença de filósofos pensadores e cientistas homens, já que tinham a mais convicta opinião que elas prejudicam a ‘nova ciência’ sendo digno de registro ao expressarem-se, como por exemplo: Dr. Robert Christian, da Universidade de ‘Edinburgh’, emite uma opinião segundo a qual a prática da medicina por parte das mulheres confere injúria à profissão científicista” Ele tem uma visão totalmente dicotômica da realidade, baseada na dicotomia de gênero (a mulher sendo o OUTRO); na nossa vida temos como desempenhar na base do cientificismo, porém do ponto de vista masculino. “Aos homens é dedicado tudo aquilo que remete ao céu, à luz, à claridade, ao espírito, e à racionalidade” O espírito que aqui se diz, claramente não seria no sentido metafísico e sim no sentido de espírito científico, pois logo após vem a “racionalidade”. “Rejeitando-se toda a emoção” claramente, relacionada à mulher que em associação a esta existiria: “a natureza da obscuridade, do mistério, das emoções” o que tornaria tudo muito subjetivo. (KERR e FAULKNER, 2003). Remetendo-nos mais remotamente na linha do tempo, diríamos que até mesmo Pitágoras afirmou que “existe um princípio bom que gerou a ordem, a luz e o homem; há um princípio mau que gerou o caos, as trevas e a mulher” (ANDROLLI,2010)

O escritor de Belle Époque, Octave Mirabeau, também disserta sobre a visão dele sobre as mulheres quererem ganhar espaço fora do âmbito familiar, movido ao saber que duas mulheres desejavam fazer parte da Academia de Letras:

“A mulher não é um cérebro, é um sexo, o que é muito melhor. Ela só tem um papel nesse mundo, o de fazer amor, ou seja, perpetuar sua raça. Ela não é boa para nada além do amor e da maternidade. Algumas mulheres, raras exceções, têm sido capazes de dar, seja na arte, na literatura, a ilusão de que são criativas. Mas elas são anormais, ou simples reflexos dos homens. Prefiro as que são chamadas de prostitutas porque elas, pelo menos, estão em harmonia com o universo” (PUGLIESE,2012 apud QUINN,1997)

Isso tudo porque para ele, como a ciência é tomada pelos atributos masculinos: mente, razão e objetividade, as mulheres que vão por esse caminho não são nada mais que desvios mal-acabados dos homens. Homens são sinônimos de ciência, enquanto as mulheres antônimas. (PUGLIESE,2012).

É evidente que o grande desafio da crítica feminista foi ir de encontro à hegemonia masculina tanto no sentido epistemológico, quanto nos sentidos, respectivamente, das categorias, dos conceitos e dos métodos. Lembremo-nos, a propósito, que além da naturalização da exclusão do feminino, ainda existiam justificativas para tais

preconceitos, sejam aquelas justificativas de cunho fisiológico, sejam aquelas de cunho psicológico e até mesmo as de teor religioso a ponto de evocar uma famosa passagem bíblica que se encontra na *Primeira Carta de São Paulo aos Coríntios* e que manda que *as mulheres se cale*. A propósito, a aludida passagem reza do seguinte teor:

“Como acontece em todas as Igrejas dos santos, *estejam caladas as mulheres nas assembleias, pois não lhes é permitido tomar a palavra*. Devem ficar submissas, como diz também a Lei. Se desejam instruir-se sobre algum ponto, interroguem os maridos em casa; não é conveniente que uma mulher fale nas assembleias. Porventura, a palavra de Deus tem seu ponto de partida em vós? Ou fostes vós os únicos que a recebestes? (BÍBLIA DE JERUSALÉM, 1985, p. 2167-2168; as ênfases em itálicos foram acrescentadas por nós)

Inclusive, uma feminista inglesa Mary Wollstanecraft, pedia para as mulheres se tornarem mais masculinas para serem respeitáveis. Mesmo que a ciência se denomine neutra em seu etos e substância (SHCIENBINGER,2001) o tipo de condição de gênero está presente nas culturas e subculturas. E sobre isso Fox Keller (2006) afirma que “[...a entrada de mulheres na ciência em grande número tornou possível que uma percepção feminina do mundo encontrasse lugar na ciência.]”

Portanto, o feminismo contemporâneo contribuiu para transformar a posição das mulheres na ciência.

No próximo capítulo teceremos mais considerações a respeito da trajetória da mulher na ciência.

2.3 A produção de significados como teoria da aprendizagem adotada como referencial teórico

Um ensino consequente e socialmente relevante requer bons métodos de aprendizagem. Isto, recomenda com ênfase que a tradição constituída pelas teorias da aprendizagem se aproxime da tradição constituída pelas epistemologias que procurarão, cada uma a seu modo e em conformidade com a concepção de mundo de seus propositores, darem conta de suas respectivas teorias do conhecimento.

A primeira tradição -a das teorias de aprendizagem- lança mão de categorias como *cognição, aprendizagem mecânica, aprendizagem significativa, constructos, mapas conceituais, mapas mentais*, entre outras, enquanto a segunda tradição – a das epistemologias- lança mão de conceitos como, *pressupostos epistemológicos, considerações a priori, princípios básicos fundadores*, entre outros, princípios esses em

cima dos quais se baseiam quaisquer conhecimentos, notadamente os conhecimentos científicos.

Deste modo, as duas tradições convergem, mas infelizmente não são tantas as abordagens disponíveis em língua portuguesa que se atém a essa confluência de teorias no sentido de fazer com que professores se estimulem a explorá-la. Neste aspecto, e como uma feliz exceção que preenche enorme lacuna, podemos nos referir aos ensaios escritos em nossa língua de Moreira & Massoni (MORREIRA, MASSONI, 2015; 2016) que se constituem em boas tentativas de aproximar tais campos teóricos, e ademais, se utilizando de abordagens escritas de maneira compreensível e que são importantes apoios para professores e estudantes.

De relevante destaque é que em ambas as tradições supracitadas, vários de seus teóricos se referem à expressão ***construção do conhecimento***, expressão esta em relação à qual há muitos mal-entendidos e que tais mal-entendidos tanto podem quanto devem ser explorados. Os mal-entendidos se agravam quando da conexão que parte do plano epistemológico para o plano didático e isso constitui em mais um convite para que pesquisadores em ensino de ciências se encorajem a explorar esse rico filão conceitual.

Mais recentemente, Santos Silva e Bastos Filho (SANTOS SILVA, BASTOS FILHO, 2021) se dedicaram à exploração deste assunto altamente recorrente e especialmente difícil, mas muito estimulante e encorajador enquanto desafio necessário ao tema.

E é justamente a ideia de ***construção do conhecimento***, que tantos filósofos e teóricos da aprendizagem lançaram mão, cada um de seus propositores segundo seus respectivos modos, que queremos aqui conectar com os nossos objetivos neste trabalho de Dissertação de Mestrado para, a partir de então, eleger ***a produção de significados***, conectada com as teorias de aprendizagem significativa possam lhes emprestar, evidentemente, seus significados que julgamos os mais pertinentes.

Ora, como enfatizar os brilhantismos de personalidades científicas femininas como Hipácia (360-415), Marie Curie (1867-1934), Maria Göppert-Mayer (1906-1972), Emmy Nöther (1882-1935), Lise Meitner (1878-1968), Irene Juliot Curie (1897-1956), entre tantas outras, constitui-se em um dos nossos objetivos precípuos aqui nesta Dissertação, então asseveramos com todas as letras, enquanto ***produção de significados***, que seja importante defender a tese segundo a qual não existe qualquer *essência feminina* que supostamente seja diferente de uma pressuposta *essência masculina* e que por esta estrita e exata razão os argumentos falaciosos de uma errônea diferença entre essências

que desfavoreça a mulher possa vir a ser utilizada para sustentar uma falaciosa impossibilidade da mulher para o exercício do pensamento, da criatividade a mais refinada que a espécie humana possa produzir.

Em outras palavras, se elegermos a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) como teoria base, é necessário que o subsunçor machista que consistiria no pressuposto de uma falaciosa fundamental diferença entre a *essência masculina* e a *essência feminina* seja desconstruída e ressignificada enquanto desconstrução necessária do subsunçor original.

Bem entendido, a TAS assevera que o ingrediente mais importante que um aprendiz dispõe para o exercício pleno de seu complexo processo de aprendizagem é o que ele/ela já sabe de antemão. Obviamente, isso não significa que o subsunçor seja expressão da verdade. Definitivamente, ele não o é, mas a sua importância, no caso específico das pressupostas diferenças de *essências*, masculina e feminina, é a produção de significados para a sua desconstrução.

Paralelamente, a partir destas considerações, como também faz parte de nosso objetivo o ensino da física moderna e contemporânea no âmbito do ensino básico, então nada seria mais razoável do que aproveitar o ensejo para trazer à baila a contribuição dessas importantes e criativas físicas que mostram, com clareza meridiana, que não existe, definitivamente, uma pressuposta *essência feminina* que as desqualifique para o exercício da mais alta abstração científica.

A construção de significados, e com esta, o estímulo para que os/as estudantes, seus professores e suas professoras procedam a sucessivas e cada vez mais elaboradas ressignificações como forma de combater o preconceito, o estigma e as fake news acerca da natureza feminina são recomendações necessárias em vista de um mundo melhor e mais justo. Este também constitui um exemplo educacional que transcende o mero âmbito da disciplina Física, mas a exploração de temas como esses, que são interdisciplinares e transversais, ajudam a entender a própria Natureza da Ciência e assim a desconstruir a ideia de que o sucesso na carreira científica exigiria que a pessoa que a abrace seja dotada de uma essência masculina. Em outras palavras, tal concepção de mundo não apenas ajuda as meninas no exercício de suas autoestimas e encorajamentos, mas ajuda também os meninos que são instados a contribuir em prol de um mundo melhor.

Assim, será como processo de produção de significados e de ressignificação desses é que analisamos o assassinato de Hipácia (ver PEREIRA SEIXAS et al., 2020) em uma época histórica muito anterior à Física Moderna e Contemporânea. Hoje em dia

essa ignomínia seria considerada como feminicídio, um hediondo evento, que além de tudo, constitui atentado à dignidade humana. Para tal fizemos alusão a duas categorias gregas atribuídas a Hipácia como a polissêmica e rica *Paideia*, que podemos, um tanto quanto imprecisamente, caracterizá-la como Educação Integral do Cidadão e da Cidadã, e a *Parrésia* que com a mesma liberdade interpretativa de ressignificação podemos atribuir à liberdade de cátedra de quem tem a segurança de falar a verdade. Em continuidade e em contraposição, atribuímos aos seus algozes as categorias de *Hybris* (arrogância exorbitante de quem se julga mais do que é) e *Pleonexia* como expressão *do tudo para mim, mesmo que seja o que não me é de direito, e nada para o outro, mesmo que o que é negado seja direito legítimo de quem sofre a violência.*

Foi também seguindo a mesma diretriz de produção de significados que sugerimos a conexão de tais categorias gregas com outras categorias como Efeito Matilda, Efeito Mateus e Efeito Teto de Vidro analisados por nós em contextos mais modernos. Neste sentido, também no artigo (ver PEREIRA SEIXAS et al., 2021) foram analisados brevemente alguns episódios que podem muito bem instruir a realidade do preconceito e a necessidade pedagógica e cidadã de combatê-lo em prol das meninas que querem se transformar em cientistas, bem como em prol dos meninos para que exercitem a empatia, a solidariedade e uma melhor concepção da própria natureza da ciência.

Importante ainda realçar aqui, e não nos alongaremos por questão de espaço, que as brilhantes cientistas do século XX às quais dedicamos algumas breves considerações também foram vítimas de preconceitos que as obrigaram a trabalhar, sendo que algumas delas tiveram que aceitar abrir mão de salários e até mesmo em situações em que seus respectivos valores enquanto intelectuais eram plenamente admitidos, o que reforça que o preconceito tem raízes ainda mais profundas.

Sobre o aprofundamento baseado em relações étnico-raciais, de origem e de classe, isso transcende o escopo do presente trabalho e fica para desafios futuros.

Capítulo 3- O lugar da mulher na ciência

Vimos que, historicamente, a ciência sempre foi vista como uma atividade que remete exclusivamente aos homens. Os séculos XV, XVI e XVII, são marcados por mudanças na sociedade que possibilitaram e abriram caminhos para a ciência que conhecemos hoje pudesse ter seus primeiros passos. E nesses respectivos séculos quando as mulheres estavam presentes eram aristocratas que exerciam a função de interlocutoras e tutoras de filósofos naturais e experimentalistas (LETA, 2003).

De certo, podemos afirmar que a ciência foi um dos maiores legados que uma sociedade pôde deixar para a próxima. Sabemos também que historicamente em todas as sociedades, a partir de quando a instituição da universidade emergiu, esta se tornou o espaço do conhecimento por excelência, o espaço legítimo de produção científica. Então, é importante também ressaltar um pouco do aspecto histórico da relação entre as mulheres e o ensino superior.

3.1 A mulher nas universidades e o papel da mulher nas transformações sociais

As primeiras universidades surgiram na Itália e na França, por volta do séc. XII, nas cidades de Bolonha e Paris, respectivamente, e em seu nascimento tornaram-se fechadas para a entrada de mulheres por mais de seis séculos, admitindo a presença de mulheres apenas no séc. XIX, em especial 1865, em Zurique (LOPES,1994). As recusas da adesão das mulheres no ensino superior baseavam-se em retóricas já há bastante tradicionalmente conhecidas, tais como: a mulher que participasse da educação levaria consigo a chance de tornar-se uma mãe debilitada; seus corpos frágeis iriam debilitar-se com o uso do cérebro ou/e a noção de que as mulheres nasciam para viver em submissão. (YANNOULAS, 2007). O receio do julgamento pela ‘promiscuidade’ (moral) e os saberes científicos sobre a diferença sexual entre homens e mulheres produziam espaços bastante demarcados para eles/elas - os próprios espaços sendo atribuições de gênero- e distribuíam os papéis de acordo com tais atributos.

Mesmo com algumas universidades aceitando o ingresso das mulheres, existia claramente a desigualdade de gêneros, de modo que a quantidade de estudantes femininas para os masculinos era bastante diferente - 210 meninas para 9000 estudantes no geral, e 23 para 2000 no curso de ciências. (GOLDSMTG,2006)

Após a revolução científica, que se iniciou por volta do século XVI e prolonga-se até o século XVIII, trouxe consigo a convicção de que o universo estava sujeito a leis naturais, logo, havia subjacentemente a isso uma desvalorização do conhecimento popular. Neste caso, as mulheres das classes populares foram consideradas bruxas, o que gerava assim penalidades para elas. (Lino, T; Mayorga, C., 2016)

“A mudança drástica ocorrida a partir do fim do século XV comportava a demonização da mulher, principalmente da mulher sábia. Aqueles conhecimentos empíricos, que as mulheres dominavam e praticaram desde épocas ancestrais foram considerados suspeitos. Afirmava-se que dada sua fraqueza física e moral, sua limitada inteligência, sua carência de raciocínio, sua sexualidade incontrolável e sua lubricidade, a mulher era vítima privilegiada de Satã” (TOSI,1998)

A forte repressão aos saberes populares das mulheres nesse quesito também foi motivo de reivindicação do direito da mulher à educação.

A constante e extensa luta das mulheres pela sua adesão no ensino superior e nas universidades europeias, teve um acontecimento nascedouro importante: A Querela das Mulheres, tratou-se do primeiro debate ocorrido do séc XV ao XVIII na França, entre homens e mulheres sobre a natureza e o significado das mulheres na sociedade. A Querela das Mulheres teve como ativa participação da primeira escritora profissional francesa e iniciadora da Querela das Mulheres, Chrstine de Pisan. Alguns historiadores, delimitam o início do feminismo tendo corte histórico inicial exatamente na Querela das Mulheres (KELLY,1984). É importante levar em conta que esses debates não abordavam igualdade e nem equidade entre homens e mulheres, e sim a visão dos homens sobre as mulheres na sociedade. A Querela das Mulheres tinha dois objetivos específicos, a saber: 1) As mulheres deviam ter acesso ao saber universitário para que pudessem usar tal saber no cumprimento de suas funções específicas; por outro lado, o outro objetivo, de caráter mais racionalista, visava estabelecer que 2) as mulheres têm capacidades análogas àquelas correspondentes aos homens e assim, teriam as mesmas condições de acesso ao conhecimento superior. Contudo, a “Querela das Mulheres” teve sua importância em que pese a compreensão da odisseia presente na relação entre Mulher e ciência, por três aspectos” (Kelly, 1984). São eles;

- Foi o primeiro momento na história onde as mulheres instruídas tiveram a oportunidade de registrar através de documentos suas próprias opiniões sobre o significado de ser mulher.

- Apoiaram-se nas suas próprias existências e na consciência de si mesmas para deliberar uma significação de mulher, visão essa, conflituosa para a época, tendo em vista que era o preceito da autoridade da visão masculina da mulher que imperava nos meios científicos.
- Através desses debates, foram postos de modo explícito duas formas desarmoniosas de se conceber a relação entre homens e mulheres: Diferença biológica e imutável, e a outra de caráter sócio-histórico-cultural.

Após a Revolução Francesa, os planos ainda mantinham o confinamento das mulheres ao saber doméstico, a leitura, a escrita básica, alguma noção de cálculo para o bom andamento da vida familiar e a leitura bíblica. Às mulheres de classes altas eram dadas o aval para as tarefas de arte como: música, canto, dança, entre outras dessa abordagem. (TOSI,1998)

Com o advento do iluminismo, o movimento intelectual do século XVIII, e junto também o avanço técnico científico se destaca o grande poder da educação da ciência e da cultura para a construção de uma nova visão acerca da mulher. A mulher agora com base em filósofos como John Locke e Rousseau (1762- na obra *Èmile*) afirmavam que a educação das mulheres precisava estar voltada ao espectro do lar, ou melhor, da maternidade. Nisso gerou uma divisão de opinião sobre se a noção de liberdade e igualdade que o iluminismo pregava também abrangia as mulheres, além dos homens.

Para LETA (2003) esse século marca alguns avanços na participação de mulheres em atividades científicas. Até porque nos dois lados do Atlântico as mulheres recorriam a plataformas onde pudessem se engajar em discussões intelectuais e provar sua igualdade com os homens. Em Londres, sociedades públicas de debates dominadas por homens passaram a aceitar reuniões mistas, mas elas ainda estavam longe dos grandes centros investigativos e da ciência como profissão. No ano de 1780, várias sociedades femininas floresceram, como a LA belle Assemblée, O Female Parliament, A Carlisle House debates e o Female congresso.

Na América do Norte, e depois na França, os movimentos revolucionários desafiaram a ordem estabelecida, criando um ambiente no qual as mulheres ficaram envolvidas. Em 1775, com a guerra da independência dos Estados Unidos (1775-1783), a participação das mulheres aumentou. Elas assumiram papéis fora de casa, cuidando de negócios e tomando importantes decisões- inclusive na política- já que os homens (tanto

os pais, quanto os maridos) tinham sido convocados a servir ao exército. (MACCAN; at all, 2019). Algumas poucas mulheres chegaram a se passar por homens, para que pudessem lutar ao lado dos outros soldados como Deborah Sampson, que usou um pseudônimo de: *Privado Robert Shurtliff* (YOUNG,2005) que foi responsável por carregar canhões com munição e chegou até a receber uma pensão em reconhecimento ao seu serviço militar no exército de Washington.

Já durante a Revolução Francesa (1789-1799), a participação ativa das mulheres gerou demandas pelo avanço de seus direitos. Todo processo de lutas redigindo panfletos, participando de atos públicos, publicando jornais e criando suas próprias associações políticas algumas mulheres que se destacaram quanto a serem ativistas como: Olympe de Gouges, Madame Roland, e Charlotte Corday, foram executadas e durante muito tempo as cidadãs francesas se sentiram desencorajadas a expressarem suas visões políticas.

No século XIX, conforme a Revolução Industrial (1760-1840) começava a ganhar força, fica marcado a profissionalização da ciência, com códigos constando normas de conduta, escalas de valores e hierarquias. As mulheres agora desenvolviam outros métodos de enfrentamento e começaram a rever sua posição em sociedades que enfatizavam a importância de se realizar um trabalho produtivo. Na área da ciência as mulheres encontraram um meio para participar, sendo um deles a participação silenciosa nas pesquisas através de familiares e companheiros.

Na subseção a seguir falaremos com mais detalhes desses movimentos.

3.2- Os movimentos de mulheres e o pensamento feminista

O Feminismo só se apresentou como um conceito em 1837, quando o francês Charles Fourier usou pela primeira vez o termo *féminisme*, mas mesmo antes de ser nomeado de Feminismo as mulheres durante séculos têm falado e mostrado a desigualdade enfrentada por causa do seu sexo (LIMA,2020). As palavras *Feminismo* e *Feminista* apareceram primeiramente na França e nos Países Baixos em 1872, no Reino Unido na década 1890 e nos Estados Unidos em 1910. Essa nomenclatura aparecia quando era para escrever um movimento que tinha como objetivo conquistar igualdade entre os direitos em todos os âmbitos, seriam eles: econômicos ou sociais, e, por conseguinte, terminar com o sexismo e a opressão pelos homens às mulheres. Vejamos o que Katamari e Silva dizem:

“As lutas das mulheres brancas americanas nos anos de 1950, era por espaço no mercado de trabalho, diferente das mulheres negras no mesmo país ao mesmo tempo, que elas ainda queriam ter o direito de sentar em qualquer lugar no ônibus”³ (KATAMARI; SILVA, 2020)

Portanto, fica claro que o movimento de lutas e as fundamentações feministas são diferentes e elas vão depender da década, do contexto social, e até mesmo da localização geográfica. E apesar da ampla abordagem que o feminismo tem, historiadores e sociólogos identificam três “ondas” principais do feminismo. Cada onda teve estímulos e objetivos específicos:

- Primeira Onda: os objetivos da primeira onda do feminismo dominaram a pauta feminista nos Estados Unidos e na Europa no século XIX e embasaram-se nos princípios libertários que impulsionaram a abolição da escravidão. Refere-se ao sufrágio feminino e às primeiras feministas dessa época (basicamente mulheres brancas, de classe média, com acesso à educação) e o foco dessa primeira onda estaria no direito ao voto e pelo direito ao emprego, basicamente para ter direito a ocupar espaços.

Entre a primeira e segunda ondas um livro fica marcado e será fundamental para a nova onda do feminismo: *O Segundo Sexo*, de Simone de Beauvoir, publicado pela primeira vez em 1949. Mas mesmo com as ‘cédulas’ dos votos garantidas, isso não garantia a liberdade e independência dessas mulheres. Surge uma onda do feminismo com um questionamento mais político e geral:

- Segunda Onda: começa pelos anos 60, marcada agora pelas ideias e ações associadas com movimento de liberação feminina, que lutava agora pela igualdade legal e social das mulheres. O ‘slogan’ dessa onda foi: “O pessoal também é político” e este foi gerado sob a percepção das mulheres aos direitos legais adquiridos na primeira onda, onde não havia influenciado em nada na melhora de sua vida cotidiana. Logo, a segunda onda do Feminismo foi mais ampla, abordando temas como: sexualidade, família, mercado de trabalho, direitos reprodutivos além dos

³ “The fights of American white women of the 1950s, who advocated for space in the labor Market, were diferente from Black women’s struggles in the same country, as they still sought the right to sit anywhere on a bus”

políticos. Identificou-se assim como um “Movimento de Libertação das Mulheres” já que de modo geral o objetivo era: fazer com que as mulheres tivessem seu espaço igual ao dos homens. (NUCCI,2018). Segundo algumas historiadoras a segunda onda do feminismo enfraqueceu-se no início dos anos 80, pois os motivos foram pelo sectarismo e pelo clima conservador cada vez mais presente na política. Mas, mesmo assim, ainda nos anos 80 veio a surgir o feminismo Negro (também chamado de “mulherismo”) um reconhecimento das inúmeras dificuldades encaradas por mulheres negras, que o feminismo, dominado por mulheres brancas e de classe média tinha deixado de lado. O conceito de feminismo negro, seria apresentado em 1989 por Kimberlé, nos Estados Unidos e no Reino Unido, e os demais países do mundo que já haviam sido colônias.

E logo após, a terceira onda vem para discutir outros tipos de ‘intersecções’ de gênero, raça, etnia, idade, construção social, ou qualquer tipo de motivo que pudesse envolver uma relação de opressão entre pessoas. (CRENSHAW,1989)

- A Terceira Onda- Essa onda é considerada como tendo início nos anos 90, quando uma feminista Rebecca Walker reagiu à uma libertação de um estupro. Rebecca achou que era necessária uma terceira onda, já que pelo visto as mulheres ainda precisavam de libertação, e não apenas da igualdade que as antigas ‘ondas’ já haviam “conquistado”. A terceira onda foi praticamente uma resposta às falhas da segunda onda e abrangeu correntes diversas e, por vezes, conflitantes; nesse momento o movimento visava desafiar ou evitar aquilo que teria como “feminilidade”. Os objetivos agora eram de abordar temas que vão desde o assédio sexual no local de trabalho à desigualdade salarial entre os gêneros e também sobre a teoria queer cujo o significado é tal que afirma que a orientação sexual ea identidade sexual ou de gênero dos indivíduos são resultados de uma construção social.

Alguns estudiosos consideram que estamos vivendo a quarta onda do feminismo, onde a interseccionalidade é central e as mídias sociais se tornam um componente crítico. Esse termo ‘interseccionalidade’ foi popularizado nos anos 90. (ZIMMERNANN,2017)

Após esse breve resumo das três ondas do feminismo, falaremos um pouco dos principais marcos do movimento feminista a partir do século XVIII, mesmo não tendo sido nomeado assim desde sempre.

Em 1700, as mulheres eram vistas como naturalmente inferiores aos homens, em nível cultural, social e intelectual e que isso durante muito tempo foi reforçado pelos ensinamentos da Igreja Católica, que definia as mulheres como “ O vaso frágil”. Segundo relatos, alguns primeiros textos escritos e caracterizados como feministas surgem na Suécia, em meados do século XVIII, por outro lado na Grã-Bretanha tinha visto a expressão de teorias consideradas feministas no começo dos anos 1700, principalmente atrás do trabalho da inglesa Mary Astell, em seu livro “ *Some Reflections upon Marriage*” que argumentava que Deus criou os homens e as mulheres com almas igualmente inteligentes, os dois possuíam as mesmas habilidades e competência , propôs assim que uma educação melhor era a chave para a igualdade.

Apesar de ser católica, ela se opunha ao que pregavam e que em seu livro a autora alerta as mulheres para que evitem o casamento.

“Preserve sua distância, então, mantenha-se fora do alcance do perigo, voe se quiser estar segura, certifique-se de estar sempre na reserva [] Se uma mulher fosse devidamente baseada em princípios e ensinada a conhecer o mundo, especialmente os verdadeiros sentimentos que os homens têm dela, e as armadilhas que colocam para ela sob tantos elogios dourados, e tal respeito aparentemente grande, aquela desgraça seria evitada que é trazida sobre muitas famílias; As mulheres se casariam mais discretamente e se rebaixariam melhor no estado de casadas do que algumas pessoas dizem que o fazem. A fundação, de fato, deve ser lançada profunda e forte, ela deve ser feita uma boa cristã e entender por que é assim, e então ela será tudo o que é bom [...] O próprio D E U S não exige nossa obediência nesse ritmo; ele coloca diante de nós a bondade e Razoabilidade de suas Leis, e se houvesse alguma coisa nelas cuja Equidade não pudéssemos compreender prontamente, ainda temos esta Razão clara e suficiente, na qual, para fundar nossa Obediência, que nada além do que é justo e adequado, pode ser prescrito ' por um D E U S justo, sábio e gracioso ; mas esta é uma Razão que nunca será válida em relação aos Comandos dos Homens, a menos que eles possam se provar infalíveis e, conseqüentemente, impecáveis também.”⁴ (ASTELL, 1700)

⁴ “Preserve your Distance then, keep out of the Reach of Danger, fly if you would be safe, be sure to be always on the Reserve[...]; If a Woman were duly principled, and taught to know the World, especially the true Sentiments that Men have of her, and the Traps they lay for her under so many gilded Compliments, and such a seemingly great Respect, that Disgrace would be prevented which is brought upon too many Families; Women would Marry more discreetly, and demean themselves better in a married State, than some People say they do. The Foundation, indeed, ought to be laid deep and strong, she should be made a good Christian, and understand why she is so, and then she will be everything else that is Good. [] G O D himself does not require our Obedience at this rate; he lays before us the Goodness [16] and Reasonableness of his Laws, and were there anything in them whose Equity we could not readily comprehend, yet we have this clear and sufficient Reason, on which, to found our Obedience, that nothing but what's just and fit, can be enjoin'd by a Just, a Wise, and Gracious G O D ; but this is a Reason never hold in respect of Mens Commands, unless they can prove themselves Infallible, and consequently Impeccable too.” (ASTELL, 1730)

Astell, não foi uma ativista, mas observava e escrevia sobre a situação das mulheres ao seu redor.

Na Suécia, entre (1718-1772) no começo da Era da liberdade Sueca. Quando o poder passou da monarquia para governo, houve um aumento nos debates filosóficos e políticos da época incluindo, dentro desses debates a liberdade feminina, que resultou no código civil de 1734, que dava às mulheres alguns direitos de propriedade e ao divórcio em casos de adultério. Algumas das feministas que tiveram destaque nesse tempo e no feminismo “escandinavo” foram: Sophia Brenner, Margareta Momma, Hedvig Norden, Catharina Ahglren.

Uma ação coletiva no século XVIII foi chamada de Bluestockings Society (FIGES,2019), pensado principalmente pela escritora, reformista social e crítica literária Elizabeth Motangu. Reunia mulheres e também alguns homens, para promover “conversas racionais” que gerariam aprimoramento moral. Os integrantes costumavam se encontrar uma vez por mês. O objetivo dessas reuniões era de: encorajar o debate sobre literatura e arte, garantir um espaço no qual mulheres e homens convidados pudessem conversar como iguais, garantir apoio mútuo a mulheres que desejavam escrever e ser publicadas, promover 'intercâmbio' social para estimular as conversas.

Em 1832, Suzanne Voilqui se tornou editora do *La tribune des femmes*, o primeiro periódico feminista da classe trabalhadora, que estimulava que todas as mulheres a contribuíssem e ajudarem para o seu progresso. Mulheres de todas as classes eram convidadas a contribuir, embora o recrutamento se concentrasse na classe trabalhadora. O periódico defendia uma aliança entre “as mulheres proletárias” e “as mulheres com “privilégios” já que mulheres (e homens) são divididas por posição social, mas a opressão une todas as mulheres de diferentes origens. O *La tribune das femmes* foi a primeira tentativa de criar uma conscientização feminina.

Dos anos de 1840 até 1944 que foram marcados com a primeira onda do feminismo, em 1848, no Reino Unido, Karl Marx e F. Engels publicam *O Manifesto Comunista*, que em resumo clama pela libertação dos homens e das mulheres da sociedade. Os filósofos Marx e Engels afirmam que o capitalismo oprime as mulheres e as trata como ‘cidadãos’ de segunda classe, submissas, tanto no âmbito familiar quanto na sociedade, Engels, diz:

“[...] Hoje posso acrescentar que a primeira oposição de classes que apareceu na história coincide com o desenvolvimento do antagonismo entre o homem e a mulher, na monogamia e que a primeira opressão de classe coincide com a opressão do sexo feminino pelo masculino.” (ENGELS, 1884)

O Feminismo da época adaptou essa teoria e se tornou assim o Feminismo Marxista que buscava a emancipação das mulheres através do desmantelamento do sistema capitalista. Claro, que os textos de Marx davam pouca atenção à questão da dominação masculina, mas ele focou no assunto da opressão feminina no final da vida. Engels no seu livro: A origem da família, da propriedade privada e do Estado (1884) se baseou nas notas extensas de Marx e na pesquisa de Lewis Morgan. No geral, por conta do capitalismo, Marx e Engels, interessados também na discussão do conceito de herança tiravam por entrelinhas que assim surgia um efeito ‘dominó’ onde: 1. Homens nas classes dominantes veem crianças como instrumentos baratos de trabalho, com quem podem lucrar; sendo assim 2. Levar as mulheres a serem requisitadas a produzir filhos para garantir a demanda por trabalho barato; sendo elas oprimidas pelos maridos, que se beneficiam da exploração delas e dos seus filhos. Logo, o Homem burguês vê sua esposa como um mero instrumento de produção. Já que os proprietários dos meios de produção contratavam apenas homens para o trabalho produtivo, público e remunerado, e as mulheres com trabalho de apoio, privado, não remunerado doméstico

“[...] o direito burguês que defende essa dominação só existe para as classes possuidoras e para regular as relações dessas classes com os proletários. Isso custa dinheiro e, em virtude da pobreza do operário, não desempenha papel algum na atitude deste para com sua mulher. [...] Além disso, sobretudo desde que a grande indústria arrancou a mulher do lar para jogá-la no mercado de trabalho e na fábrica, convertendo-a frequentemente em sustentá-lo da família, ficaram desprovidos de qualquer base os últimos restos da supremacia do homem no lar proletário, excetuando-se, talvez, certa brutalidade no trato com a mulher [...]” (FRIEDRICH,1884)

Finalmente vale ressaltar que em 1851, nos Estados Unidos, a ativista e abolicionista Sojourner Truth fez um discurso na convenção pelos direitos iguais que incluía mulheres negras. Em 1893, na Nova Zelândia, as mulheres ganharam o direito ao voto.

Já que viajamos um pouquinho na linha do tempo de acordo com as questões feministas, na próxima subseção focaremos na trajetória das mulheres na ciência no mundo e no Brasil.

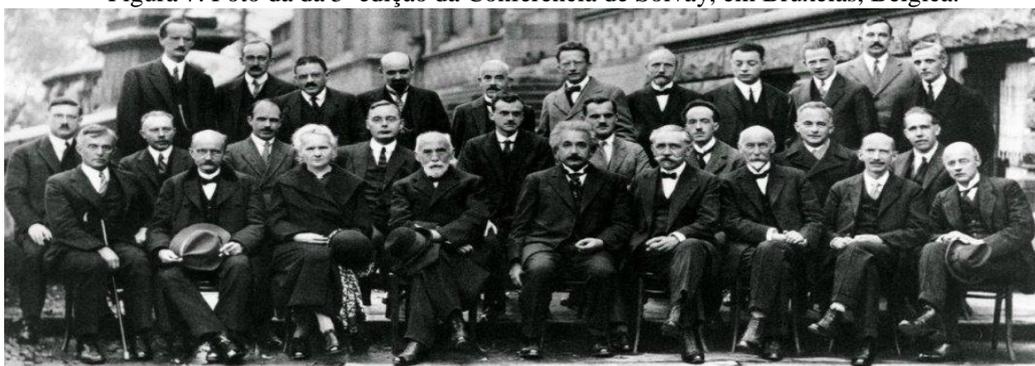
3.3- A trajetória das mulheres na ciência no mundo e no Brasil

Para que as mulheres fossem consideradas cidadãs e com os mesmos direitos que os homens foi uma luta árdua, e que inclusive elas não tinham direito ao acesso para a universidade. Por isso, é natural que vejamos um número de mulheres significativamente menor em relação às contribuições dos homens, mas se compararmos com o tempo teremos um número expressivo de mulheres em muitas universidades e instituições de

pesquisa, mesmo que de forma dicotomizada se concentrando nas áreas de: Psicologia, Linguística, Nutrição, Serviço Social, Fonoaudiologia, Economia Doméstica e Enfermagem, os chamados “guetos femininos” (FELICIO, 2010 apud RIBEIRO P.; SILVA, F,2014)

Uma foto que marcou um momento simbólico de presença da mulher no mundo da ciência, foi uma foto de 1927 da 5ª edição da Conferência de Solvay, em Bruxelas, Bélgica. (figura 7)

Figura 7: Foto da da 5ª edição da Conferência de Solvay, em Bruxelas, Bélgica.



Fonte: Wikipédia,2018

Essa foto deixou registrados os 29 participantes dessa conferência na qual estavam os principais nomes de cientistas das áreas de Química e Física no início do séc. XX, dentre esses 29 participantes, apenas uma era mulher: Marie Curie; Marie se torna uma figura expoente pois a mesma além de ser a única mulher nessa conferência, foi a primeira mulher a ganhar o Prêmio Nobel, e é também a única pessoa, até hoje, a vencer dois Prêmios Nobel em áreas científicas distintas: a física e a química. Cumpre-nos registrar que já houve quem ganhasse dois Prêmios Nobel, mas nunca houve, até então, quem ganhasse este prestigiado Prêmio em duas ciências distintas como Marie Curie. Para feito de ilustração, o físico John Bardeen foi agraciado com dois Prêmios Nobel, porém ambos no campo da física, um pela sua contribuição no campo da supercondutividade e outro pela sua contribuição no campo dos semicondutores, e, Linus Pauling também foi agraciado com dois Prêmios Nobel, sendo um deles em química e outro pelo seu ativismo em prol da Paz. Desde que se seguiram os anos, após o primeiro Nobel que se deu em 1901, ou seja, após 120 anos apenas 22 mulheres foram laureadas de um total de 622 prêmios concedidos.

A discussão sobre a baixa representatividade da mulher na ciência vem sendo abordada desde grande parte da segunda metade do século XX e há consenso de que a ciência é um campo de poder onde as mulheres estão em desvantagem. (LINO;

MAYORGA.2016). Essa baixa representatividade de mulheres nas áreas científicas possui vários significados e motivos. Para uma resposta tradicional, ou seja, uma resposta “meritocrática” indicariam que o principal motivo seria apenas sobre o nível de desempenho acadêmico relacionado à área, já que nesse contexto de pesquisadores, há medição da qualidade e capacidade profissional pela produção científica de cada um. Então fica o questionamento: Será mesmo que as mulheres são menos produtivas do que os homens?! Para isso não existe uma resposta específica nem mesmo uma resposta unívoca.

Velho (2006) cita em seu trabalho a relação desse “famoso” desempenho das mulheres na área científica “Uma vez feita a opção pela carreira científica, a mulher se depara com o conflito da maternidade, da atenção e obrigação com a família *vis-à-vis* as exigências acadêmicas”. Fora que por vezes há mulheres que preferem abdicar de suas carreiras, sabendo que quando aceitam seguir na carreira acadêmica precisam se desdobrar para a dupla tarefa que por vezes traz a sensação de culpa já que não estariam focando em suas respectivas famílias. O mesmo afirma que a mulher segue uma trajetória na ciência com base no “modelo masculino de carreira”.

O Efeito Matilda, o Efeito Mateus e o chamado ‘Teto de Vidro’ explicam de uma forma mais simples a ascensão das mulheres na carreira científica.

O Efeito Matilda, nome dado em homenagem à sufragista e abolicionista americana Matilda Joslyn Gage, que viveu no século 19, que abordava em suas lutas e escritas a relutância em dar crédito ao trabalho realizado por mulheres –inclusive na ciência. Esse efeito explica um fenômeno social que ocorre quando a mulher faz um trabalho e não é reconhecida pelo mesmo da mesma forma que se fosse de um homem, seja porque sua contribuição (parceria ou coautoria) foi desconsiderada ou omitida; esse tipo de efeito foi presente durante muito tempo e vários relatos históricos vieram à tona depois, o que deixou claro que o motivo dessa falta de mulher na produção científica não era pelo fato de que mulheres não faziam ciência, mas sim porque existiam responsáveis que as omitiam de sua participação no trabalho, sejam eles: colegas, parceiros e até mesmo cônjuges. Mas, ainda hoje o efeito Matilda continua ocorrendo quando as mulheres tendem a deixar chefias e cargos de pesquisador principal para colegas homens, já que o pesquisador homem teria maior credibilidade e aceitabilidade no meio científico.

Imagine a situação a seguir: “*Maria é uma mulher cientista que trabalha fielmente em uma pesquisa. Ela tem ideias relevantes e obteve resultados promissores, mas é João*

que é chamado para apresentar o trabalho e leva todo crédito por Maria”⁵; eticamente, essa é uma situação que causa comoção e até ‘revolta’, porém isso acontece mais do que se imagina e nós tendemos a normalizar. Vamos citar exemplos de várias ‘Marias’ na ciência: Lise Meitner, Rosalind Franklin, Marietta Blau, Mileva Einstein, Agnes Pockels, Nettie Maria Stevens, Trotula, Jocelyn Bel Burnell, entre outras.

Já o efeito Mateus, que é inspirado numa passagem bíblica 13:12 do evangelho de Mateus que diz: “A quem tem será dado, e este será em abundância. De quem não tem, até aquilo que tem lhe será tirado”. O efeito Mateus vai explicar a tendência de cientistas renomados receberem mais créditos por descobertas do que os pesquisadores menos conhecidos. Os benefícios se tornam individuais: materiais (econômicos, prêmios) e imateriais (privilégios, considerações, poder e fama), sabendo que esses benefícios se tornam em éticas negativas já que a ciência é de ordem coletiva e esse efeito Mateus atinge uma quantidade significativa da comunidade científica. (BARBOSA, A.2015)

E o ‘Teto de vidro’ é uma metáfora utilizada que significa a invisibilidade dos obstáculos que limitam e dificultam a ascensão das mulheres na carreira profissional. Para o ‘padrão masculino de carreira’ não existiria essas dificuldades. (SCHIEBINGER, 2001). Fazendo uma relação com o feminismo no Mundo e no Brasil temos a seguinte situação: imagine que lá pela década de 60, enquanto o mundo afora estava propício emais aberto a movimentos libertários das mulheres - que já estavam na segunda onda do feminismo- aqui no Brasil o cenário era bastante diferente. Paralelamente a esse avanço mundial, o Brasil estava em um momento de repressão política total, logo qualquer tipo de manifestações desse tipo- que começou por volta dos anos 70- , o governo autoritário de então reagia e as viam como perigosas, inoportunas e subversivas manifestações. É só pelos anos 80, com a redemocratização, que o Feminismo no Brasil entra em uma fase de grande combate pelos direitos das mulheres. (PINTO, 2010)

Logo, diante do cenário mundial o Brasil na luta pelos direitos das mulheres, se mantém atrás dos outros países. Contudo, alguns estudos teóricos sobre ciências naturais ainda são incipientes no Brasil e com poucos dados sistematizados, de difícil acesso e muito dispersa.

“Ainda há muito trabalho para ser feito no Brasil, começando por uma sistematização do que existe sobre o tema, numa área de estudos que, no País, se caracteriza pela dispersão de suas poucas publicações” (LOPES. 1998)

⁵ Grifo feito pela autora

Procuramos palavras-chaves como: “gênero e ciência” no diretório de grupos de pesquisa que é a principal base de dados da comunidade científica brasileira e foram encontradas apenas 21 publicações até 2003 (LETA, 2003)

Acredita-se que isso é justificado porque: 1- No Brasil há poucos(as) cientistas que se dedicam a esse tema no Brasil; 2- Quando tem cientistas e estudos sobre a temática, eles acabam não utilizando essa ferramenta oficial para tornar as informações acessíveis.

A primeira pesquisadora brasileira que deu contribuições na pesquisa e com isso abriu caminhos para vertentes de estudos relacionados com gênero, ciência e tecnologia foi Fanny Tabak tanto no Brasil quanto na América Latina. Tabak foi pioneira a publicar trabalhos sobre a questão da participação feminina nas Universidades, e junto com a preocupação dela, destacam-se também duas cientistas feministas: Lúcia Tosi e Diana Maffia. Os trabalhos questionam modelos de desenvolvimento, políticas de ensino e ciência, e a desigualdade na presença de mulheres na ciência e na tecnologia. Tabak também fundou o Núcleo de Estudos da Mulher, que foi o primeiro do Brasil. (LIMA, M; VASCONCELLOS, B. 2016)

“A trajetória da mulher brasileira nos últimos séculos é, para dizer pouco, extraordinária: de uma educação de lar e para o lar, no período colonial, para uma participação tímida nas escolas públicas mistas do século 19; depois, uma presença significativa na docência do ensino primário, seguida de uma presença hoje majoritária em todos os níveis de escolaridade, bem como de uma expressiva participação na docência da educação superior” (RISTOFF,2016)

As primeiras universidades se erguiam na segunda metade do século 16, sendo de responsabilidade dos jesuítas, elas eram voltadas à formação cultural dos homens brancos. As mulheres, claro que naquela época, ficaram fora do sistema escolar, pois no máximo frequentavam a catequese. No século 17, o acesso à educação foi restrito ou nulo às mulheres, havendo poucos casos de no máximo uma educação domiciliar e algumas com trajetória religiosa em conventos. (LINO, T; MAYORGA, C. 2016)

As Brasileiras só tiveram acesso ao ensino superior, aqui no Brasil, em 1879, com a Reforma Leôncio de Carvalho que garantia a liberdade e o direito de a mulher frequentar as faculdades e obter um título acadêmico (LOPES,1998). No século 19, há um aumento de alunos na rede escolar e finalizando o século sendo uma menina para cada 3 meninos matriculados. No final do Brasil Império, são criadas turmas mistas de discentes e as mulheres ingressam como professoras no ensino infantil fazendo com que fosse regulamentado o magistério. A representação desse trabalho docente no Brasil, o ensino infantil sempre foi ‘alvo’ de um corpo docente majoritariamente feminino, já que a educação que ela foi incumbida foi de crianças, e a mulheres logo foram associadas à

educação, zelo, higiene, uma figura que se assemelha ao papel maternal. Claro, que o papel da professora muda com o passar do tempo, num primeiro momento a professora é uma figura severa, distantes dos seus alunos, depois surge o termo “professorinha” pois naquele momento a escola é vista como um ambiente prazeroso, e o diminutivo não seria referente a uma forma pejorativa (como seria hoje) e sim de uma forma mais suave (LOURO,1997). No final dos anos 60, com o regime militar e o ensino mais técnico, substitui agora a imagem da ‘mãe’ para professor.

“as tarefas dos professores e professoras passam a serem mais burocráticas, com atividade de ordem administrativa e de controle sua ação didática também se torna mais técnica. Esse novo discurso contrapunha-se à concepção do magistério como uma extensão das atividades maternas, de cuidado, apoio emocional, etc. Quase como uma negação à fala de afetividade, dos professores e professoras começam a utilizar o termo tia para identificarem-se. Essa denominação, contudo, acaba sendo apropriada pelo discurso tecnológico, pois favorece o anonimato da professora, excluída da produção do saber. A tia não tem mais o papel de pensar ou decidir sobre a educação das crianças, é uma mera executora, anônima no processo de ensino” (SANTOS, 2000)

No Brasil, apesar da expansão da ciência ser algo bastante recente na história do país, a exclusão das mulheres na construção de saberes legitimados também se faz presente desde o início desse processo. Segundo Leta (2003), apesar dessa recente institucionalização da ciência aqui no Brasil foi também a partir dos anos de 1980 e 1990 que pudemos ver um aumento da participação das mulheres no campo científico. No entanto, essa presença não inclui também mudanças no quadro de reconhecimento na sua carreira científica.

Mas, como fazer para que esse reconhecimento seja cada vez maior? E como incentivar cada vez mais as meninas- em suas idades mais tenras- se dediquem e se interessem a esse tipo de carreira?

Para isso, na próxima seção falaremos sobre a importância da divulgação científica no âmbito social e educacional.

Capítulo 4- As mulheres na divulgação/educação científica

Certamente a ausência de padrões referenciais constitui para as profissionais universitárias - principalmente para aquelas que foram pioneiras nessas atividades - um obstáculo; outrossim, elas mesmas serviram como motivação para aquelas que vieram em seu esteio e, nesse ínterim, podem ser consideradas, senão como padrão, mas, pelo menos como inspiração para essas mulheres da posteridade.

Costa (2006) afirma que o processo de desvalorização, sub-representação e distanciamento das mulheres para/com a ciência, começa no processo de socialização. Assim, podemos refletir sobre como as relações de gêneros estão presentes na sociedade.

Yannoulas (2007) defende que saberes distintos são transmitidos a públicos distintos em correspondência com as divisões sociais e sexuais do trabalho. Esse processo social pode destinar às mulheres carreiras e profissões com menor prestígio e a educação possui um papel fundamental nesse processo “generificado”.

“Como instituição que faz parte do sistema educativo, a universidade é um espaço socialmente diferenciado. Tanto como um mecanismo de inclusão/exclusão, como também, por meio de mecanismos internos. Tais mecanismos classificam, ordenam e hierarquizam os corpos docente e discente, as disciplinas científicas, as instituições de nível superior, os grupos de pesquisadores etc.” (YANNOULA,2007; p.05)

Validando esse pensamento, Andrade, Franco e Carvalho (2003) sustentam que a produção do desempenho em ciências e matemática diferenciada por gênero envolve uma perspectiva de naturalizar os processos sociais de atribuição de papéis sociais. Mesmo que esse seja um processo que é originado e alimentado fora do âmbito escolar, porém ele pode ser atualizado e alimentado também pelo modo como se estabelece as relações sociais dentro da prática educativa.

Sabendo disso, como poderíamos mudar esse papel de naturalização de atribuição de papéis sociais de acordo com o gênero, e como incluir ainda mais modelos de referência feminina na ciência? Em especial, nas ciências exatas?

4.1- A importância da divulgação científica para a representação feminina na ciência

“Aquilo que não é visto, não é lembrado” essa é uma frase que se tem uma grande probabilidade de ter ouvida. Um provérbio português que significa sobre ser lembrado, e deixar um legado, que é algo deixado para todos e não um só. Na história da ciência vários

cientistas deixaram seu legado para nós, quem não remete a gravitação como criação de Isaac Newton? Ou já ouviram falar de Sócrates? Ou até mesmo Albert Einstein? de quem é a fórmula $E=mc^2$ que aparece em estampas de blusas, ou falamos naturalmente “ah, mas isso é relativo” e muitas vezes nos deparamos apenas reproduzindo sem saber o real significado e de onde vem o que falamos. Mas, por qual motivo esses nomes e vários outros são mais lembrados do que o de nomes de mulheres cientistas?

Certamente, para conhecermos algo foi e é preciso ter acesso àquela informação, seja em um livro, em programa de tv/rádio, internet e redes sociais. Quando temos acessos a essas informações sejam no âmbito da ciência e até mesmo de sensibilização social usamos o termo de Divulgação Científica. A divulgação científica tem como objetivo aproximar a sociedade da ciência, de forma que seja simples e de fácil acesso a todos os grupos independentemente de gênero, raça, sexualidade, e não precisa ser da área científica.

Mas, será que estamos fazendo uso dessas divulgações para divulgar e construir um debate entre a cientista e a sociedade?

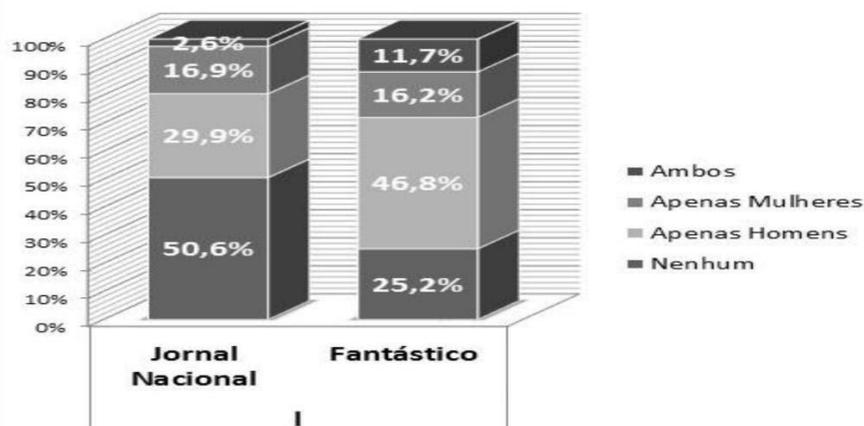
Começamos com as pesquisas de Pedreira, Massarani e Castelfranhi (2019) que fizeram uma análise nos programas televisivos de grande audiência: *Jornal Nacional e no Fantástico*, sendo que a correspondente análise foi feita durante 12 meses. Já que esses programas têm como finalidade atualizar e informar à população, foram analisadas as representações de mulheres cientistas. O resultado que essa pesquisa mostra, é até de uma presença importante de jovens cientistas mulheres, mas por outro, uma construção discursiva que remete claramente a um universo científico majoritariamente masculino, como protagonistas predominantemente brancos e de meia-idade.

É notório que existem pouquíssimas pesquisas sobre essas representações de mulheres cientistas nesse âmbito midiático, e sobre a construção jornalística de narrativas sobre o gênero e a ciência. A discussão sobre desigualdades de gênero na ciência do Brasil, e na América Latina é ampla e aprofundada, porém nos âmbitos de representações midiáticas sobre gênero e ciência esse assunto ainda é sub-representado por mulheres cientistas na mídia nacional.

Biroli (2010) diz que esse fato se mostra não somente a presença reduzida das mulheres na política midiática, mas, também, a convivência entre tal sub-representação e “a existência” de estereótipos de gênero que remetem a compreensões menos ou mais convencionais do papel da mulher na sociedade e de sua competência para atuar na vida pública. Ela afirma que “as mulheres são praticamente invisíveis no noticiário”.

Nesse artigo, obtiveram 188 matérias coletadas, o primeiro gráfico retrata a parte de divisão e cientistas por gênero

Figura 8: Presença de cientistas em cada veículo analisado, por gênero



Fonte: PEDREIRA; MASSARANI; CASTELFRANHI, 2019.

Apesar das matérias do Fantástico serem em média mais longas do que no Jornal Nacional, isso não influencia também no fato da quantidade de cientistas femininas nas suas matérias. E além desse fator dividido por gênero, teve também a duração das entrevistadas no Fantástico, as mulheres tinham em sua entrevista em média 4min e 26s, enquanto para os homens a entrevista tinha em torno de 6min e 16s. (PEDREIRA; MASSARANI; CASTELFRANHI, 2019.) Só abordando estas 2 variáveis é notório a questão do privilégio e mais uma vez o padrão de uma ciência feita por homens.

E isso não é algo exclusivo dos Programas Brasileiros. Nos Estados Unidos, um estudo feito por Long *et all* (2010) mostrou que os programas televisivos, que são vistos por jovens em idade escolar, também fazem o estigma do cientista masculino. Além de uma maior quantidade de cientistas masculinos eles também aparecem em um maior número de cenas.

Um exemplo bastante explicativo é a série *The big bang theory*,

FIGURA 9 : Personagens The Big Bang Theory



Fonte: (RICELI,2020)

Uma série para um público amplo e, que simplesmente reforça um estereótipo bastante comum. Os personagens principais (homens) são físicos e os mesmos se caracterizam como: brancos, solteiros, sem filhos, desajeitados, são antissociais e desarrumados. No início da série, a mulher principal: Loira, bonita, jovem, magra, comunicativa, simpática- que um dos físicos se apaixona- porém é retratada como burra, pois não entende o que esses jovens cientistas dizem e em paralelo sente-se frustrada porque trabalha como garçoneiro e não como atriz como desejara. Contudo, durante a série aparecem duas cientistas mulheres, porém seguem um modelo de: brancas, desarrumadas, estranhas, antissociais, e “nerds”. Long, Boiarskye Thayer (2001) afirmam que precisa dar um pouco mais de atenção que além dessa reprodução machista e é preciso também levar em conta os aspectos raciais já que independente do gênero os personagens ainda são em sua totalidade são brancos.

Logo, sabendo que a TV de longe é um instrumento de bastante significado para a sociedade, até porque ela é umas das principais fontes de informação sobre o tema de C&T, principalmente aqui no Brasil, onde a televisão está presente 96,3% dos domicílios brasileiros, de acordo com a PNAD de 2019 do IBGE (2021).

“A princípio, não haveria problema em constatar tais diferenças [biológicas entre sexos], mas o preocupante é que a construção social dessas clivagens opera sempre no sentido de reificar hierarquias pré-estabelecidas que circunscrevem o gênero” (Ribeiro; Rohden, 2009)

Esse tipo de representação não se vê apenas na Televisão. Katemari e Silva (2020), realizaram uma pesquisa com a seguinte pergunta: “O meu livro de física é sexista?”⁶, que analisou uma coleção de livros didáticos (3 volumes) que são distribuídos para os alunos de escolas pública, cujo foco era analisar se os livros traziam figuras com padrões de gênero, ou seja, sexistas. Seria também analisar de como isso poderia afetar a visão dos alunos sobre isso.

Os livros de ciência têm sido sujeitos a análises por décadas, principalmente para conteúdos e conceitos, mas também para desenvolvimento históricos e curriculares, apenas 4% pesquisam sobre os aspectos sociais da ciência e é ainda menor para análise de gênero (KAREL E RUSEK,2019).

⁶ “Is my Physics Textbok Sexist?”

O resultado das análises foi para cerca de 154 imagens, onde 33 dessas imagens podem ser lidos como imagens contendo mulheres e 121 contendo homens⁷ No resultado mais geral, seria que temos 80% das imagens representando (homens/garotos). Por categoria tiveram os seguintes resultados:

- Em cartoons – 64% (Masculino) e 36% (Feminino)
- Contexto profissional – 68% (masculino) e 32% (Feminino)
- Figuras da História na Ciência – 95,7% (masculino) e 5,5% (Feminino)
- Fazendo ciência – [45% (masculino) 25% (feminino)]⁸

E então, a categoria menos desigual, que seria os esportes:

- Esportes- 57% masculino e 43% Feminino

Outro aspecto muito importante a ser citado é o fato de que no primeiro volume desses livros, se formos analisar por um aspecto racial, veremos que não tem nenhuma imagem representando um negro ou uma negra. E nos outros 2 volumes encontramos imagens de negros e negras representados por posições bastante estigmatizadas, como: corredores masculinos, e mulheres sendo domésticas. Nisso, teremos outro grande problema, pois sintetiza uma ciência feita por homens e brancos (assim como o caso do programa de televisão que citamos anteriormente).

Pela análise desses livros feita por Katamari e Silva (2020) mostra que até os livros didáticos que passam por uma análise e leis – PNLD⁹ - Vamos citar alguns dos critérios eliminatórios que o edital do PNLD 2021 (o mais atual) impõe para que os livros sejam adotados, voltados a temática do trabalho aqui decorrido.

“No tópico 2 desse edital que tem como nome *Critérios Eliminatórios Comuns*,

2.1. Serão reprovadas as obras didáticas inscritas no PNLD 2021 que não atenderem ao disposto nos seguintes critérios eliminatórios comuns:

2.1.2. Observância aos princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano

2.1.2.1. Em decorrência do marco legal supracitado, a obra didática deve:

a. Estar livre de estereótipos ou preconceitos de condição socioeconômica, regional, étnico-racial, de gênero, de orientação sexual, de idade, de linguagem, de deficiência, religioso, assim como de qualquer outra forma de discriminação, violência ou violação de direitos humanos.

⁷ Sabendo que existem várias outras formas de se classificar, aqui vamos considerar o termo mais convencional, apenas Homens e Mulheres.

⁸ O total não obteve 100%, pois as outras figuras relacionadas com fazer ciência alguns personagens eram impossível de fazer distinção, como por exemplo: O personagem todo coberto (com roupas fechadas de proteção) ou bonecos palitos.

⁹ “Programa Nacional do Livro e do Material Didático - PNLD é uma política pública executada pelo FNDE e pelo Ministério da Educação destinada a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias de forma sistemática, regular e gratuita. É um dos maiores programas de distribuição de livros do mundo. Os materiais adquiridos vão diretamente para as mãos dos estudantes e professores das escolas públicas participantes do Programa. Isso garante o acesso a materiais de excelente qualidade”(PNLD,2021)

d. Promover positivamente a imagem de afrodescendentes e indígenas, considerando sua participação em diferentes trabalhos, profissões e espaços de poder, ao longo da obra, com o intuito explícito de valorizar sua visibilidade e protagonismo social.

e. Promover positivamente a imagem da mulher, considerando sua participação em diferentes trabalhos, profissões e espaços de poder, ao longo da obra, com o intuito explícito de valorizar sua visibilidade e protagonismo social, com especial atenção para o compromisso educacional com a agenda da não-violência contra a mulher. ” (BRASIL,2019)

Percebemos que pela lei está assegurada toda a abordagem que necessitaríamos para ter uma educação e informações livres de um estereótipo relacionado tanto nos aspectos de gênero e étnico-racial. Logo, será mesmo que essas exigências são realmente vistoriadas? E mesmo que nos livros e análises feitas, que contenham mulheres, as mesmas ainda são sub-representadas, e tanto o professor quanto os alunos estão sujeitos a esse tipo de reprodução do estereótipo na ciência (do Homem Branco).

Como cita Pereira e Freitas (2017):

“Ainda persistem na sociedade, desse o ensino fundamental até o universitário, passando pela mídia, sólidos estereótipos concernentes ao que é um cientista <<legítimo>>- homem, branco, com cabelo desgrenhado, impaciente e com óculos de lentes grossas- ao mesmo tempo em que não são difundidos exemplos positivos de mulheres que tenham se destacado nas ciências”

E assim, completam:

“Apesar da crescente escolarização das mulheres nas últimas décadas e do aumento da participação delas no mercado de trabalho, preconceitos e discriminações- hoje mais simbólicos e culturais do que jurídicos ou burocráticos- advindos da secular cultura patriarcal ainda desestimulam as mulheres se inserir nos diferentes campos científicos e, uma vez, dentro deles, as impedem de ascender na carreira tanto quanto os homens”

Mas, por que essa participação da mulher no meio científico é de suma importância? Pois, a diversidade, iguala a contribuição para o desenvolvimento coletivo, ou até mesmo por uma simples palavra: a representatividade.

O conceito de representatividade no âmbito geral, liga-se à ideia daquele que representa politicamente os interesses de um grupo, de uma classe ou de uma ação; tem como característica fundamental o comprometimento do governo às preferências dos cidadãos (ANDRADE,2021). A representatividade pode até ser citada pela quantidade e qualidade da informação e da interlocução regular com os representados, pela condução de ideias, opiniões, vontade e interesses dos mesmos representados, pela intervenção na resolução de problemas e conflitos relacionados com o grupo que representa.

No entanto, apesar do conceito de representatividade ter origem na política e na democracia, o termo é reivindicado pela sociedade civil quando se organiza em movimentos identitários, as reivindicações coletivas por representatividade tem assumido centralidade como resultado do desencanto das garantias estabelecidas em leis, a que as

mesmas acabam por não serem suficientes para garantir que todos os cidadãos e todos os grupos identitários estejam representados, possuam espaço na sociedade e sejam tratados como iguais. Vejamos apenas 2 exemplos de representatividade, afim de entender um pouco sobre a sua importância:

1- Desde criança uma menina chamada Rafaella, e mesmo não sabendo o que era necessariamente o conceito de ciências, se interessava por essa área. Demonstrava isso assistindo programas de animais, ou lendo sobre e até fazendo experiências com plantas com sua mãe. Com o tempo e com o seu crescimento, foi conhecendo alguns cientistas, como: Darwin, Lamarck, Cuvier e Einstein, grandes cientistas homens e estrangeiros. Mas, um dia ela se perguntou: “onde estavam as mulheres? E por causa de um filme chamado ‘Na montanha dos gorilas’ sobre a antropóloga americana Dian Fossey, que Rafaela se sentiu encorajada a acreditar em si e ser uma cientista, assim como Dian Fossey. Hoje, essa criança, que foi citada, é Rafaela Falaschi: pesquisadora na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no Paraná, e que estuda a diversidade e a evolução de insetos. (CAIRES, 2018)

O 2º exemplo a seguir, não é sobre cientista, mas não menos importante;

2- Sidneia, cresceu numa cidadezinha que tem cerca de 4000 habitantes, aos 9 anos de idade Sidneia se deparou com uma mulher chamada Maninha Moraes que dirigia um carro sozinha por Brasil adentro, numa época e contexto que isso era um evento muito raro. Sidneia olhou para ela e pensou: “Eu quero ser igual a essa mulher quando crescer” ela sentiu que Maninha era livre e independente. A partir daquele momento uma chave virou na sua cabeça, Sidneia aos 9 anos de idade decidiu que queria ser aquilo que sempre sentiu vontade: pescadora, fazer Kite, capoeira, surfe, subir em coqueiro, assim como seu pai e seus irmãos. Como sempre viveu numa comunidade muito machista e preconceituosa. Sidneia disse que por muitas vezes se sentiu machucada achando que ser mulher era um peso ou até mesmo ‘um monstro’ que ela carregava. Depois de críticas e de falta de incentivo, Sidneia ainda tinha Maninha na cabeça e continuou, hoje diz que o pai - aquele que não queria que ela pegasse alto mar, porque ela era mulher- admite, hoje, que ela tem mais habilidade e competência que seus irmãos. (HUMAN,2018)

Logo, a resposta para a pergunta que foi feita anteriormente, “por que essa participação da mulher no meio científico é de suma importância? ”, seria a representatividade.

Nesses dois exemplos citados acima, duas meninas se influenciaram e criaram forças a partir de exemplos de outras mulheres. O exemplo de Rafaela demonstra a

importância que a representatividade tem para a identificação feminina com o papel de pesquisadoras, e também sobre a divulgação científica (inclusive destacada na seção anterior) independentemente de ser em: Filmes, desenhos animados, páginas em redes sociais se tornam ferramentas de grande importância para a desconstrução do viés de gênero na ciência, favorecendo tanto o interesse, o ingresso até quanto a permanência de mulheres na carreira científica. No exemplo de Sidneia, apesar de não ser na parte da ciência, também fica claro os valores que a mesma adquiriu e lutou durante esse tempo: a liberdade, a coragem, a autenticidade na busca pelos sonhos e a igualdade de gênero. Sidneia acredita que sendo ela mesma e afirmando a igualdade entre homens e mulheres em uma comunidade machista está fazendo a sua parte para melhorar o mundo.

Mas, sabendo de toda essa desigualdade e falta de representatividade na questão de gênero na ciência, nos meios de divulgação, e até mesmo na educação, o que houve no âmbito político para a mudança desse quadro?

Rosemberg e Madsen, 2011, nos dizem que é a partir de 2001 é que se verifica uma preocupação governamental com o tema “mulheres e gênero” na educação. Demonstrada com as, principais, ações de

- Criação: Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres (2003); Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade; e do MEC;
- Realização da 1ª Conferência Nacional de Políticas para as Mulheres (CNPM), em 2004;
- Formulação do I Plano Nacional de Políticas para as Mulheres (PNPM), em 2004;
- Lançamento do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), em 2007;
- Lançamento do Plano Nacional de Educação (PNE), em 2010;

Sendo mais específico sobre a questão de gênero, o Plano Nacional de Educação lançou diretrizes que visavam levantar duas ações: superar as desigualdades e promover princípios de respeito à diversidade, procurando erradicar, pelo menos parcialmente, as discriminações históricas que as mulheres sofrem desde a infância, e preparando as gerações, presente e a futura, para enfrentar essa situação com mais igualdade.

Uma pesquisa feita pela SPM, PNPM juntamente com o INEP sobre o nível de escolarização:

- Para o ensino superior, em 2003, as matrículas femininas ultrapassavam as masculinas em 12,8%;

- Houve um grande aumento também nas áreas de ensino de pós-graduação, No nível de mestrado aumentou-se por volta de 102% as matrículas das mulheres, e dos homens 67,7%; e no nível de doutorado mulheres tiveram um aumento de 104% nas matrículas e as masculinas 69,2%.

Nos anos seguintes, conforme Brasil (2013) a tendência se manteve. Em 2010 as matrículas femininas atingiram 57% das matrículas no ensino superior e 60,9% das concluintes dos cursos. (INEP,2011)

Sendo assim, no âmbito educacional, as mulheres já superaram a desvantagem que tinham sob os homens, que aproveitaram e ainda aproveitam as oportunidades de formação principalmente a formal mesmo diante das dificuldades.

Mas, apesar dos números atuais serem bastante satisfatórios no âmbito educacional, quando a gente estreita e foca na inclusão das mulheres nos diversos campos científicos e profissionais os números caem, mantendo assim a diferença entre os gêneros (Olinto, 2011). As mulheres se mantêm ainda em números menores quando observada em áreas tradicionalmente masculinas – leia-se: nas engenharias, computação, ciências exatas e da terra.

Para a física Vera Soares, que foi secretária da SPM, diz: “Esses preconceitos de que as meninas não gostam das disciplinas das áreas de exatas estão presentes na família, na sociedade e também na escola”. Logo, nós mulheres crescemos em âmbitos que incentivam ainda mais esses tipos de estereótipos. Com isso, a SPM junto do MCTIC, CNPq e a Petrobras criaram o projeto *Meninas e jovens fazendo ciências exatas, engenharias e computação*, cujo o objetivo era selecionar propostas que estimulassem a formação de mulheres para a carreira nessas áreas predominantemente masculinas (Benedito, 2019).

Na Academia Brasileira De Ciências (ABC) que, fundada em 1916, é uma entidade que congrega os mais eminentes cientistas do Brasil nos campos das ciências: Agrárias, Biológicas, Biomédicas, Da Saúde, Engenharia, da Terra, Físicas, Humanas, Matemáticas e Químicas. Que de seus membros afiliados de (2016-2021) num total de 172, apenas 52 são mulheres. Totaliza-se na Academia Brasileira de Ciências até o presente momento 1007 membros (todos) e apenas 176 são mulheres. (ABC,2021).

Pesquisas indicam que mesmo aos poucos, cada vez mais aumenta a taxa de participação da mulher como pesquisadora, globalmente as mulheres representam 33,3%

desses pesquisadores de acordo com o Instituto de Estatísticas da Unesco para 107 países dos anos de 2015-2018 (UNESCO,2021)

Mas, já que as mulheres ultrapassam os homens no âmbito educacional, por que elas vão sendo excluídas na carreira científica? Principalmente, das exatas? E porque quanto maior o cargo menos mulheres os ocupam?

Segundo a física Marcia Barbosa, professora da UFRGS, existe uma correlação muito grande com a função 'dona de casa' e a 'maternidade'. Em 2018, segundo dados do IBGE, mostram que as mulheres ainda gastam em média cerca de 72% a mais de tempo que os homens no trabalho doméstico e de cuidados. Logo, por mais que as mulheres tenham a igualdade no âmbito legal, na prática e no âmbito pessoal e social, a mulher ainda é demarcada como a responsável pelo lar e pelos filhos. *Parent in Science*, que é um movimento que surgiu com o intuito de levantar a discussão sobre a maternidade e a paternidade dentro do universo da ciência e do Brasil, também fez uma pesquisa e constatou de 54% das estudantes que são mães cuidam sozinhas dos filhos, logo é pouco provável que as mesmas tenham tempo para se dedicar exclusivamente ao trabalho/pesquisa acadêmica já que tem que ter uma vida tripla, onde sua atenção e energia é dividida na vida fora e dentro de casa. (Benedito, 2019)

Esse tipo de 'expulsão' das mulheres no âmbito científico além do efeito Matilda e efeito Mateus dito anteriormente, existe também o chamado de efeito Tesoura, já que durante sua carreira acadêmica quanto maior o cargo menos mulheres, fazendo assim que poucas assumam uma posição de liderança. Como por exemplo, enquanto 59% das bolsas de iniciação científica são para 59% mulheres, apenas 35,5% das mulheres ficam com a bolsa de produtividade. No grupo de maior recurso (IA), o percentual cai para 24,6%.

Em uma pesquisa feita para membros da S.B.F¹⁰ em 2018, realizado por Anteneodo, et all (2020) os resultados de 1695 entrevistado revelaram que : i) a Comunidade Brasileira de Física é pouco diversa; com participação da maioria que se classificaram com Homens (68%), Brancos (61%), e Heterossexual (88%) – em um País cujo pardos, negros e mulheres são majoritários.(IBGE,2019) ii) O maior obstáculo para o prosseguimento da carreira é a vulnerabilidade social ; e iii) O grande assédio na nossa sociedade (seja ele moral ou sexual); cujo último foi mais pronunciado entre as mulheres. Além de ser uma pauta sobre questão de gênero a participação das mulheres na ciência e pesquisa é também uma questão econômica, no ponto de vista da OCDE (2012),

¹⁰ Sigla para Sociedade Brasileira de Física

pois, deixar as mulheres para trás significa além de deixar as contribuições importantes delas na ciência, assim como as contribuições na economia, significam também deixar de lado os investimentos em educação de meninas e jovens mulheres.

E é a insistência desse distanciamento em vários âmbitos, e por tantas inspirações que seguiremos e falaremos um pouco sobre a história de algumas mulheres que marcaram a história da ciência.

4.2 - Histórias de Mulheres que contribuíram com a ciência

Nesta sessão, evidenciaremos algumas das principais contribuições para as ciências exatas e tecnologias que tiveram as mulheres como protagonistas.

Começamos com a primeira mulher na matemática da qual se tem conhecimento, Hipátia nasceu entre 350 e 370, em Alexandria, no Egito. A história de Hipátia foi/é motivo de inspiração, como no ensaio: *Ipazia*, de Silvia Ronchey traz à baila testemunho de Sócrates Escolástico (380- data desconhecida) sobre Hipátia. Vejamos uma interessante citação:

Da educação helênica (*paideia*) habituara-se a um autocontrole e a uma franqueza no falar (*parrhesia*) que lhe permitiam afrontar face à face, com a mesma serenidade imperturbável, até mesmo os poderosos (SÓCRATES ESCOLÁSTICO *apud* RONCHEY, 2020, p. 29)¹¹

Ronchey, escreve:

“O estilo dos seus discursos era de tal modo franco a ponto de ser, segundo alguns, elegantemente insolente. Era frequentemente, a única mulher nas reuniões geralmente reservada aos homens, mas a companhia masculina não lhe deixava embaraçada nem lhe tornava menos ativa e lúcida na dialética” (RONCHEY, 2010, p. 28)¹²

¹¹ Dall'educazione ellenica (*paideia*) le derivavano un autocontrollo e una franchezza nel parlare (*parrhesia*) che le permettevano di affrontare faccia a faccia, con la stessa imperturbabilità, anche i potenti (ESCOLASTICO, *apud* RONCHEY, 2010, p. 29)

¹² Lo stile dei suoi discorsi era così franco da essere secondo alcuni elegantemente insolente. Era spesso la sola donna in riunione generalmente riservate agli uomini, ma la compagnia maschile non la metteva in imbarazzo né la rendeva meno impassibile e lucida nella dialettica (RONCHEY, 2010, p. 28)

Figura 10 : Retrato de Hipatia de Alexandria



FONTE: FUCK, 2020.

Educada pelo seu pai, Téon, principalmente em matemática e astronomia, Hipátia se tornou especialista nas duas ciências. Em pouco tempo, ela se tornou superior a seu pai em seus estudos matemáticos, fez comentários importantes sobre o trabalho dele, além de contribuições próprias à geometria e à teoria dos números. Hipátia também foi educada na escola neoplatônica, se tornando líder das crenças neoplatônicas em Alexandria. Apesar do tempo em que vivia, Hipátia não chegou a se casar, dedicou-se ao trabalho científico. Tornou-se após um tempo professora de Matemática e de Filosofia. Como professora foi de grande inspiração a seus alunos, e graças a sua correspondência com seu aluno Sinésio de Cirene, conhecemos muito de suas contribuições, já que a maioria delas foram perdidas e queimadas junto com a Biblioteca de Alexandria. Sinésio afirma que Hipátia construiu um astrolábio, uma nova versão do hidrômetro e um higroscópio.

“Além de ter trabalhos importantes nas áreas de Ciências Exatas, ela dedicou-se também à Filosofia e Medicina. Em Matemática, sua pesquisa foi apresentada em numerosos manuscritos, como “Comentários sobre a aritmética de Diofanto”. Cabe observar que Diofanto de Alexandria foi um importante matemático grego do século III a.C., considerado por muitos estudiosos como o “pai da álgebra”. Outra contribuição de Hipátia foi o lançamento de comentários sobre os “Elementos de Euclides”, que os escreveu juntamente com seu pai, Theon, que era especialista em trabalhos euclidianos. Ela também reescreveu um tratado sobre a obra “As Cônicas”, de Apolônio.² Suas reinterpretações simplificaram os conceitos de Apolônio, usando uma linguagem mais acessível, tornando-o um manual fácil de ser seguido pelo leitor interessado” (FERNANDEZ; AMARAL; VIANA, 2019)

Porém, com seu comportamento tolerante, educado, e racional, ao mesmo tempo que era respeitada por vários, Hipátia, sofreu uma intensa hostilidade. Por ser pagã, defensora do racionalismo científico grego e uma figura política influente, Hipátia passa a sofrer pela blasfêmia a ela gerada pois confundia seu comportamento como ‘anticristão’- mesmo nunca tendo se pronunciado sobre sua aversão ao cristianismo, aceitava a todos independente de suas crenças religiosas.

Até que em uma manhã de quaresma por volta de 415, Hipátia foi cruelmente assassinada por uma multidão de extremista cristãos, onde foi tirada a força de sua carruagem, e teve seus membros arrancados e ao final foi queimada.

Apesar de sua morte ter sido uma tragédia, a história de Hipátia se tornou um símbolo do esclarecimento e do feminismo e um símbolo da educação diante da ignorância. Hipátia foi retratada também no famoso quadro de Rafael “A Escola de Athenas”(IGNOSTOFSKY,2016)

Figura 11: Quadro ‘A Escola de Athenas’



Fonte: MARTINS,2017

Marie Curie

Marie Skłodowska-Curie (1867-1934) nasceu em Varsóvia, Polônia, Marie ficou fascinada pelo “brilho misterioso” que vinha de sais de urânio descobertos pelo cientista Henri Becquerel. Marie e Pierre (seu marido) se puseram a trabalhar em um galpão abafado. Marie examinou os compostos “brilhantes” e descobriu que a energia que era produzida vinha do próprio átomo de urânio. Marie começou a chamar esse efeito de “radioatividade”. Para descobrir a fonte ela e Pierre moeram e filtraram outros materiais radioativos, como a Pechblenda.

“Mesmo havendo uma descoberta, as dificuldades com o laboratório continuavam no segundo semestre de 1900, os Curies, que só contam com o hangar da EPCI, eram, de todos os pesquisadores influentes que participavam da controvérsia em torno da radioatividade, os únicos que não possuíam um espaço laboratorial considerado adequado. 1)Bequerel tinha à sua disposição o Museu de História Natural e um laboratório muito equipado, herança de seu pai, além de membro da academia de Ciências de Paris;2) Rutherford em MacGill possuía recursos quase ilimitados para seu laboratório, graças ao empresário do tabaco; 3) Giesel tinha o laboratório da maior universidade alemã sob seu domínio;4) Sir Willian Crookes, sendo muito rico, contava com um grande laboratório adequado e que tal fato estava próximo” (PUGLIESE, 2012)

Enquanto Marie e Pierre estavam em desvantagens por conta das condições inadequadas, tanto pelo local, pela falta de dinheiro e também pela falta de pessoal (CURIE,1962), Marie, em suas notas autobiográficas cita;

“ Eu tratava até vinte quilos de Pechblenda de cada vez, o que me forçava a encher o hangar de grandes vasilhas com precipitados e líquidos. Era um trabalho extenuante transportar esses recipientes, despejar os líquidos e, durante horas, mexer a massa em ebulição numa bacia de ferro.(...) À noite mal podia comido de cansaço. (...) Apesar disso, Foi onde se escoaram os melhores e os mais felizes anos da nossa vida, inteiramente consagrados ao trabalho. (CURIE,1963 apud PUGLIESE,2012)

Pensaram seriamente em sair do País, mas ainda em 1900, Pierre recebeu uma proposta da Universidade de Genebra, para assumir tanto uma cátedra de física, tanto quanto um laboratório. Um fato interessante foi o Efeito Matilda que a Marie sofreu relacionado com Rutherford. Após Rutherford ter acesso e tomar nota dos artigos sobre os corpos radioativos da Academia de Ciências de Paris, ele escreveu seu segundo texto sobre emissão do Tório, mas sempre relacionando às pesquisas de Pierre Curie, sempre se referindo a “Sr. Curie” e Curie no singular, tornando invisível Marie diante as contribuições. Marie passa da principal, para simplesmente uma assistente ou colaboradora do marido.

“nenhuma menção é feita sobre a existência ou não de uma emissão 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”¹³

Todavia, por meio de todo esse processo, Pierre e Marie descobriram dois novos elementos radioativos: polônio e rádio. Juntos receberam um Prêmio Nobel de Física, em 1903, pela descoberta da radiação. Mais tarde, em 1911, Marie recebeu um segundo Prêmio Nobel de Química pela descoberta e pela pesquisa do polônio e do rádio. Por conta da radiação, Pierre e Marie começaram a ficar doentes. Pierre morreu primeiro com acidente de carruagem. Marie continuou o importante trabalho deles e descobriu que o rádio podia ser usado como tratamento para o câncer. Ela passava horas coletando gás radon para mandar aos hospitais, embora isso a fizesse se sentir fraca. Em 1914, a França foi invadida durante a Primeira Guerra Mundial. Com sua filha Irène Curie (1887-1956) que após alguns anos também ganharia seu prêmio Nobel de química juntamente com seu

¹³ RUTHERFORD, Ernest.”Radioactivity produced in substances by the action of thorium compounds”. In: Philosophical Magazine ,1900,v.5(49)

marido (Bianchi, 2014), Marie criou uma unidade de caminhões de raio-X, que elas dirigiam heroicamente aos campos de batalha para ajudar soldados feridos (IGNOTOSKY,2016).

Alguns filmes hoje retratam um pouco sobre a trajetória de Marie Curie: *Radioactive* lançado em 2020. e *Marie Curie* lançado em 2016¹⁴

Figura 12 :Marie Curie em seu laboratório



FONTE: NOGUEIRA, 2021

Uma biografia de Marie Curie inspirou uma outra grande cientista :

San Lan Wu

Sau Lan Wu ,nascida em 1940, hoje com 81 anos, é uma Física de partículas. Sua mãe era a sexta concubina de um rico empresário que os abandonou junto com seu irmão mais novo quando Wu era criança. Ela cresceu pobre,dormindo sozinha em um espaço atrás de uma loja de arroz (ROEBKE,2018) Vinda de uma educação de uma mãe analfabeta, mas que fez de tudo para que Sau e seu irmão tivessem uma boa educação. Sau mesmo de contra a vontade de seu pai, se inscreveu em 50 universidades nos EUA, Sal só foi aceita na Vassar College em 1960 como bolsista. Na época do seu mestrado foi a única mulher aceita em Harvard naquele campo; concluiu seu doutorado também em Harvard.

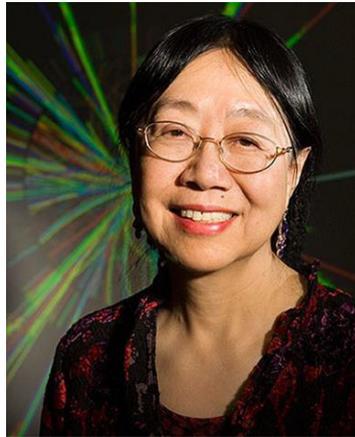
Sau Lan Wu fez importantes contribuições:

- na descoberta do Glúon (sendo coordenadora da equipe); uma partícula que mantém os quarks unidos
- ajudou a descobrir o quark charm; um tipo de partícula elementar;
- em 2012, foi fundamental para a descoberta do Bóson de Higgs

¹⁴ Destaque feito pela autora

Sau lan Wu, além de atingir seu objetivo pessoal de fazer, pelo menos, 3 descobertas importantes, se torna uma das mais importantes físicas de partículas em seu campo.

Figura 13 : Fotografia de San Lan Wu



FONTE: Case Western Reserve University, 2021.

Ada Lovace

- Augusta Ada Byron King, ou mais conhecida como Ada Lovace (1815-1852), filha de Anne Isabella também matemática, nascida em Byron, criada apenas pela sua mãe que foi rígida em relação a sua educação: focando em música e em matemática, com medo de que Ada viesse a estimular a genética do pai, Lord Byron, grande poeta inglês.

Figura 14 : Figura ilustrativa de Ada Lovace



FONTE: GNNIPER, 2016.

Aos 17 anos, Ada tornou-se amiga próxima de sua tutora Mary Somerville, que a apresentou para Charles Babbage, quando conheceu o pioneiro da computação Charles Babbage que tinha inventado uma máquina diferencial (calculador gigantesco) Ada implorou para que ele a aceitasse como aluna, mas o mesmo a negou de início.

Logo, Ada para impressioná-lo pegou um periódico suíço (Língua Francesa) com a ideia de Máquina Analítica e traduziu para o inglês, e antes de publicá-lo acrescentou suas próprias anotações, deixando-o com o dobro de tamanho. Isso chamou atenção de Charles e assim começou a colaboração entre eles. (LOPES,2021)

Ela também projetou um modo de programar a máquina analítica, usando cartões perfurados com uma sequência gradativa de números racionais chamados números de Bernoulli. Este é reconhecido como o primeiro programa de computador da história. (IGNOTOSKY, 2016)

Ada é uma figura tão importante no meio das mulheres na ciência e tecnologia que foi/é de inspiração de muitos projetos, como:

- o dia de ADA LOVACE que é comemorado todas as segundas terças-feiras de outubro; com o objetivo de incentivar mais meninas na ciência e tecnologia
- em 1981, a Associação de Mulheres na Computação criou o Prêmio Ada Lovelace;
- sete anos depois, a Associação Britânica de Computação criou a Medalha Lovelace e, atualmente, há uma competição anual para alunas;

Não apenas Ada Lovace contribuiu para a computação, em 1946 uma equipe inteiramente feminina programou o primeiro computador totalmente eletrônico com o projeto Eletronic Numerial Integrator And Computer (ENIAC) que foi um projeto que inicialmente tinha o conceito de computar trajetórias balísticas para a 2ª Guerra Mundial.

Foi construído e criado por homens, mas o complexo sistema de programação foi criado por seis incríveis mulheres: Kathleen McNulty Mauchly Antonelli, Jean Jennings Bartik, Frances Snyder Holberton, Marlyn Wescoff Meltzer, Frances Bilas Spence e Ruth Lichterman Teitelbaum. Claro que devido ao tempo essas mulheres só tiveram o devido reconhecimento 40 anos depois, e graças a elas o EINAC tinha a habilidade de calcular tao rápido em tão pouco tempo, com muita precisão. (INSOFT4,2014)

Annie Easley

Também programadora de computador, matemática e cientista de foguete: Annie Easley, afro-americana. Além de ser mulher sofreu por ser afro-americana. Annie foi coautora de muitos artigos sobre motores de foguetes e usinas nucleares, assim como também ajudou a criar um software para o foguete Centauro, cujo esse projeto Centauro é considerado um dos mais importantes da NASA.

Figura 15 : Fotografia de Annie Easley



Fonte: EQUIPE RS, 2020.

Assim como Ada, Annie também foi criada por uma mãe solo, e em seu tempo livre, orientava crianças pobres de áreas urbanas, e sempre aconselhava a todos sobre oportunidades iguais e sempre que podia falava sobre discriminação no local de trabalho.

Annie Easley, trabalhou em um dos primeiros programas de computador que possibilitou a navegação espacial, e seu trabalho com bateria elétrica deu suporte as bases para os veículos híbridos atuais.

Emmy Noether

- Amelie Emmy Noether (1882-1935), ou mais conhecida como Emmy Noether, nasceu na Alemanha. Não é estranho que ela tenha escolhido pela matemática, pois a família de Emmy - começando pelo pai Max Noether – porém ninguém conseguiu chegar tão longe quanto ela.

Figura 16: Retrato de Emmy Noether



FONTE: RIDDLE , 2021.

Apesar das faculdades alemãs não aceitarem mulheres ainda, Emmy conseguiu ser aluna ouvinte pela influência do seu pai que era professor na época, porém até para isso só haveria essa possibilidade se os professores lhe dessem autorização por escrito. E apesar das restrições, em 1903, ela passou no exame de graduação. Em 1908, foi autorizada a dar aulas no Instituto de Matemática da Universidade de Erlangen. A única condição era que ela não seria remunerada. Em 1915, foi convidada a trabalhar com o famoso matemático David Hilbert na universidade de Göttingen, que além de ser agora seu parceiro de trabalho, também cedeu o seu nome para que ela ministrasse palestras e aulas. (VIANA; AMARAL; FERNANDES, 2019). Em 1919, Emmy conseguiu sua habilitação como professora e passou a assinar com o seu verdadeiro nome, porém ainda não era remunerada, apenas em 1922 essa remuneração acontece. Era tão importante que seus alunos eram chamados, por vezes, de “os meninos de Noether”

Além de toda a dificuldade por ser mulher, ainda teve que enfrentar a dificuldade de ser judia com a chegada do nazismo ao poder, teve que ser desligada da universidade e foi para os Estados Unidos, aceitando o convite da Universidade Bryn Mawr, para lecionar álgebra para graduandos e pós-graduandos.

O teorema de Noether, é um dos teoremas matemáticos mais importantes já provados dentre os que guiaram o desenvolvimento da física moderna.

Emmy foi considerada por Albert Einstein e David Hilbert como a mulher mais importante da história. O seu trabalho se divide em três épocas:

- na 1ª (1908-1919), efetuou contribuições significativas para a teoria dos invariantes e dos corpos numéricos.

- na 2ª (1920-1926), publicou um artigo denominado Teoria de ideais nos domínios dos anéis, utilizou de uma forma elegante a condição da cadeia ascendente, e os objetos que a satisfazem são denominados de Noetherianos.
- na 3ª (1927-1935), publicou seus principais trabalhos sobre álgebras não comutativas e números hipercomplexos.

Emmy é considerada a criadora da Álgebra Moderna. Os cálculos da mesma foi o grande percussor do desenvolvimento da Física Moderna, contudo Emmy Noether é reconhecida tanto na Física Teórica quanto na Matemática (GNIPPER, 2016)

Barbosa, Areas e Santana (2019), citam:

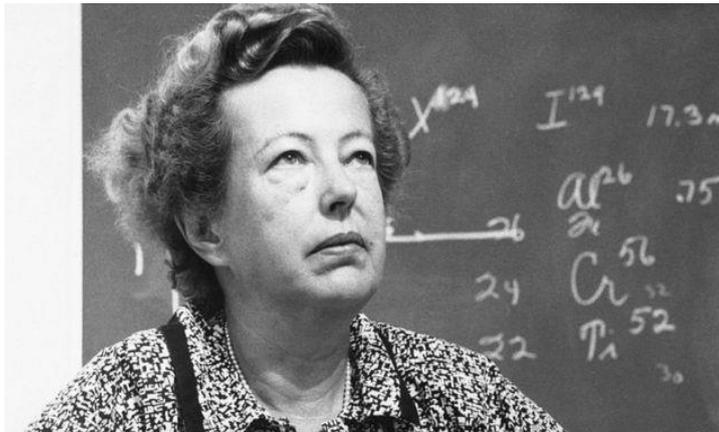
“Não há exagero em se afirmar que o legado da Professora Emmy Nöther sobre simetrias, parcialmente resumido nos famosos teoremas, fundamenta todas as teorias da física moderna, desde o modelo padrão cosmológico, edificado a partir da gravitação Einsteniana, até o modelo padrão da física das partículas elementares, estabelecido através da teoria quântica de campos”

“Nunca seja apenas uma mulher”, disse o pai da segunda mulher que ganhou o prêmio Nobel após Marie Curie:

Marie Goeppert-Mayer

- Marie Goeppert-Mayer (1906-1972), na Alemanha. Aos 18 anos, ela ingressou na Universidade de Göttingen para estudar Matemática, mas logo mudou a graduação para Física. Em 1930, fez doutorado. Mesmo tendo destaque e sendo de grande importância na física, Mayer por ser mulher passou 30 anos trabalhando de graça e recebendo negativas respostas a propostas de emprego. Mas, mesmo com tantos obstáculos, Marie Mayer não diminuiu sua motivação para suas pesquisas com átomos, e ela chegou a prever uma nova série de átomos com números atômicos maiores que o do urânio.

Figura 16 : Fotografia de Marie Goeppert-Mayer



Fonte: PAIS, 2021.

Marie, elaborou a primeira teoria verdadeiramente quântica desenvolvendo assim um modelo matemático para a estrutura nuclear e mostrou que os números mágicos (2,8,20,28,50,82 e126) são os números que completam cada uma das camadas nucleares. Até então estavam ainda no Modelo Atômico de Niels Bohr. Mayer, também propôs o modelo de camadas nucleares que também ajudava a entender a rotação intrínseca e propriedades magnéticas nos núcleos, e permitia também explicar porque os núcleos emitem radiação beta e gama. (CORTES,2021)

O seu primeiro trabalho remunerado, foi como professora de Ciências no Sarah Lawrence College. No ano seguinte, foi convidada para participar do Projeto Manhattan, que trabalhou na construção da bomba atômica.

Diante, tantos relatos, não poderíamos passar despercebido de:

Marie-Sophie Germain

- Marie-Sophie Germain (1776-1831), foi uma matemática francesa com importantes contribuições para a Teoria dos Números. Inspirada pela história de Arquimedes. Pelo fato de ser mulher, não podia ingressar na Politécnica de Paris. Para conseguir o ingresso na Politécnica usava um codinome Monsieur Le Blanc para trocar correspondências com o Prof^o Lagrange acerca de seus estudos. Porém após um tempo Lagrange descobriu que era Sophie que estava escrevendo e a encorajou a continuar.

Figura 18 : Ilustração de Marie-Sophie Germain



Fonte: SANTOS, 2020.

Sophie por sofrer discriminação por ser mulher e estudar a área de ciências exatas, continuou a sua pesquisa em Teoria dos números, voltou a utilizar seu codinome e quis escrever para GAUSS, após acontecimentos políticos da época, quando Napoleão invadiu a Prússia, Sophie revelou sua verdadeira identidade, que inclusive salvou Gauss por ter reconhecimento na França pedindo ao general que mantivesse Gauss em segurança. Mesmo sabendo de sua identidade Gauss a elogiou quanto a sua sabedoria matemática, e logo a cientista entrou para carreira da Física, onde também foi destacada por sua grande capacidade intelectual. A mesma contribuiu para a construção da Torre Eiffel localizada em Paris com sua importante contribuição que firmaram os fundamentos para a moderna teoria da elasticidade

“Os seus trabalhos sobre superfícies elásticas foram os de maiores destaques, concorrendo a diversos prêmios entre 1813 e 1815. Ao longo de toda a sua vida, Germain teve grandes dificuldades de ter seu trabalho reconhecido, sendo publicado apenas em 1821, tendo sido reconhecido como um trabalho que poucos homens eram capazes de entender e que só uma mulher foi capaz de escrever. Ainda que seu trabalho em elasticidade tenha guiado outros trabalhos, o seu nome não consta entre os pesquisadores de elasticidade que compõem a Torre Eiffel” (AMARAL; VIANA; FERNANDES,2019)

Ela recebeu uma medalha do Instituto de França e tornou-se a primeira mulher que, não sendo esposa de um membro, podia participar das conferências da Academia de Ciências. (AVEIRO,2008)

Capítulo 5- As relações de gênero no Ensino de Física

Como já nos referimos ao longo desta dissertação, o nosso objetivo central, além de estimular e encorajar estudantes do Ensino Médio ensejando a oportunidade para que eles/elas possam lidar com elementos de física moderna e contemporânea como objeto de suas reflexões formativas em vista da construção de suas respectivas concepções de mundo, é também o de perseguir como objetivo complementar, mas igualmente importante, o de ressaltar o papel do protagonismo feminino no campo da ciência o qual é frequentemente obscurecido senão invisibilizado ou implícita ou explicitamente.

Este objetivo central comporta outros também bastante importantes e até mesmo imprescindíveis como a valorização da inteligência feminina em quaisquer épocas e em quaisquer contextos culturais na tentativa de situar o problema de maneira mais abrangente, mas tendo o cuidado de manter o foco de nosso trabalho ao evitar digressões excessivas para o tempo que dispomos para compor uma dissertação de mestrado profissional como esta a ser apresentada ao polo 36 de nosso Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF/UFAL).

Com o objetivo de tentar entender um pouco melhor alguns aspectos da marginalização da mulher e do obscurecimento de seu papel enquanto sujeito intelectual que, não obstante tal invisibilidade histórica, definitivamente, é tão importante quanto ao correspondente papel de sua contraparte masculina pertencente à mesma espécie – a espécie humana- escrevemos dois artigos que foram publicados em duas revistas diferentes, uma delas no Paraná e outra em Alagoas.

Teçamos aqui breves considerações sobre ambos os artigos, que por motivo de organização da presente dissertação julgamos de bom alvitre remetê-los para APÊNDICES deste nosso trabalho. O primeiro trabalho intitulado *O Caso Hipácia: (Re)interpretação à Luz de Quatro Ideias Gregas* (ver Apêndice- C) trata-se de um desenvolvimento interpretativo, por nós articulado, do emblemático caso do assassinato de Hipácia, a grande astrônoma, matemática, filósofa neoplatônica e bibliotecária da Biblioteca de Alexandria, acontecido no começo do século V.

Para um aprofundamento dos argumentos, remetemos para a leitura do artigo correspondente.

Todavia, vimos que em meio a tantos fatos e relatos, temos que os estigmas gerados na educação de ciência, em especial ciências da natureza e a matemática, refletem nas intervenções dos docentes em geral que acabamos por reproduzir um modelo de ensino androcêntrico, positivista e quantificador. (ANGÓS,2010). Logo, neste tipo de modelo dificilmente abordáramos cientistas femininas e o seu papel diante toda a construção científica e até mesmo social.

Abordaremos aqui um conceito de gênero neste trabalho, já que é uma palavra que por vezes é polissêmica, como uma construção cultural e relações de poder entre os sujeitos. Como menciona, Louro (2008), “[...] ser homem e ser mulher constituem-se em processos que acontecem no âmbito da cultura” e diz que o processo por vezes é “minucioso, sutil e sempre inacabado”.

Para termos algo a mais para se apegar, a autora fez um questionário de pesquisa com professores do Ensino Básico que veremos na seção a seguir:

5.1- Questionário de Sondagem – Análises e discussões

Durante a pesquisa foi aplicado um questionário qualitativo com o intuito de identificar e analisar os dados que não podem ser mensurados numericamente, como os sentimentos, intenções e comportamento, foi aplicado também um questionário quantitativo para mensurar as respostas dos participantes, foram entrevistados 22 profissionais que atuam no ensino da disciplina de física, todos eles são licenciados e os professores atuam na rede particular de ensino, tanto quanto na rede particular.

Por estarmos em um momento atípico, de pandemia, o questionário fora divulgado nas redes sociais: Instagram e Whatsapp, tendo em vista a realidade era o melhor meio para se obter um bom número de alcance de respostas, e além de ter sido satisfatório ainda se obteve a participação de professores de outros estados além de Alagoas: Pernambuco e Bahia. O questionário foi necessário para dimensionar o quanto os profissionais da área se importam ou sentem a falta de abordar as contribuições da mulheres e dá continuidade à ideia do produto educacional.

O questionário foi realizado pelo Google Forms¹⁵ e está disposto no Anexo desse trabalho.

¹⁵ Através do link <https://forms.gle/jqDvhYqoaRy6WpFd7>. Por estarmos numa pandemia, o google forms foi uma alternativa já que o contato estava restrito

Para analisar um pouco mais o questionário, foi utilizado o tipo de Análise de Conteúdo, que se explica como: “O que essa mensagem significa exatamente?”.

“Qualquer comunicação, isto é, qualquer veículo e significados de um emissor para um receptor, controlado ou não por este, poderia ser escrito, decifrado pelas técnicas de análise de conteúdo” (BARDIN,2016)

Portanto, tudo o que é dito é suscetível de ser submetido a uma Análise de Conteúdo. Nesse caso em específico o código e suporte linguístico para a Análise foi escrito, já que se estabelece em uma comunicação dual, exemplos: cartas, respostas a questionários, trabalhos escolares etc. Esse tipo de análise foi escolhido, pois as informações obtidas ficam em confronto com as informações já existentes, podendo chegar a amplas generalizações.

Já que o intuito desse projeto é trabalhar a divulgação e a equidade de cientistas do sexo feminino, trazendo luz à importância das pesquisas e o significativo papel social delas, por meio de um material de apoio para os profissionais docentes. Consideramos a necessidade de analisar em quais camadas sociais circula o discurso sobre o ensino de física, a amostragem das entrevistas levou em conta a percepção feminina e masculina, foram entrevistados 16 homens e 6 mulheres. Já deixando bastante em evidência a diferença entre gênero em apenas um questionário de sondagem.

O questionário seguiu um rumo de perguntas mais generalizadas para mais específicas.

Logo na primeira pergunta do questionário ao serem questionados sobre qual o motivo que levou os profissionais a escolherem a licenciatura em física, a maioria das mulheres respondeu que a escolha foi baseada em afinidade com a disciplina e interesse pela área. Entre os homens além da afinidade, o horário do curso, as oportunidades de emprego e a necessidade aparecem como justificativa para a escolha da profissão. Porém não apenas isso ficou em destaque, de 6 mulheres apenas uma mencionou um incentivo dos professores (Professora 15)¹⁶, e uma deixou claro que o professor a humilhou na frente de toda a turma, apenas por uma nota baixa. Em compensação de 16 homens, 4 deles deixaram claro que os professores os influenciaram e nenhum menciona o *‘desacreditar’*.

¹⁶ Afim de manter o sigilo dos profissionais, foi destacado as respostas de professoras com a grafia vermelha, e os homens com a grafia azul, enumerou-se só pra ter base de quantos professores estavam participando da pesquisa.

- *(professora 1) ‘Fui desacreditada por um professor quando eu estava no primeiro ano por conta de uma nota baixa na frente de toda a turma. Por conta disso passei a estudar em casa com a ajuda de um estudante do superior que me fez ver a física de uma maneira positiva. No segundo ano fiz minha primeira iniciação científica e me apaixonei pela área.’*
- *(Professora 15): Eu sempre gostei de ciências, matemática e geografia ... quando fui para o ensino médio, percebi que a física corrige juntar as três coisas. A escolha em ser professora veio da minha necessidade de fazer a diferença na vida de outras pessoas como meus professores fizeram na minha*
- *Professor 7 “INFLUÊNCIA DE UM PROFESSOR DO MEU ENSINO MÉDIO.”*
- *Professor 4- Influência dos meus professores. Incentivo dos mesmos. E curiosidade.*
- *Professor 9 : Os professores do Ensino médio*
- *Professor 19: Afinidade com a matéria. E inspiração no professor da matéria.*
- *Professor 22: Conheci a Física na 8 série e foi amor à primeira vista. De início eu escolhi engenharia química, porém meus professores me incentivaram para Licenciatura e hoje estou aqui*

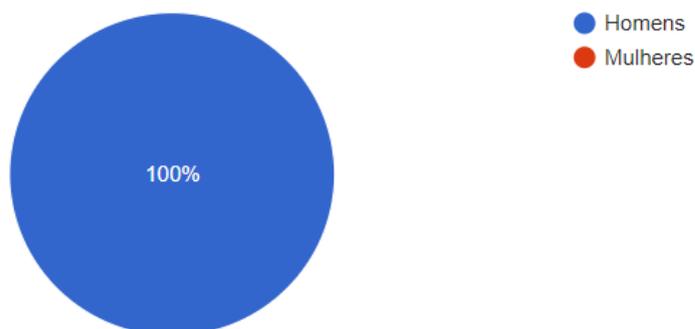
Partindo agora para a segunda questão que relaciona a maior dificuldade em ser professor de física, a resposta desvalorização salarial e social figura em primeiro lugar, seguida da falta de motivação dos alunos e falta de compreensão social sobre a importância e a aplicação da disciplina no dia a dia. Uma profissional do sexo feminino considerou ainda que, a desvalorização está diretamente relacionada ao fato de ser mulher e atuar em uma área predominantemente masculina. Claro, que nenhum professor citou o fato de ser homem como algum tipo de empecilho.

- *(Professora 15) “Por ser mulher me sinto desvalorizada por alguns estudantes e outros professores. Em relação ao trabalho docente, acho que existe uma falência na rede básica (salário, estrutura ...)”*

Sobre a predominância dos alunos no curso de física, que aborda agora a 3ª questão: 100% dos respondentes consideram que a maioria dos integrantes são do sexo masculino, quando perguntados porque razão isso acontece, os entrevistados responderam que isso ocorre, pois a área de exatas é vista como ambiente masculino,

alguns associam essa visão ao machismo, patriarcado, objeção ao trabalho de cientistas mulheres e falta de incentivo para que meninas ingressem em cursos de exatas.

Gráfico 1 :Resposta da 3ª questão



Fonte: Autora, 2021.

Na 4ª questão, que pede o motivo da resposta da 3ª questão, teve como principais comentários:

- *“Os cursos de exatas são vistos, pela maioria, como um ambiente masculino. Talvez pela falta de divulgação, de incentivo. Falta de mais investimento nas mulheres, falta de confiança.” (professora 1)*
- *“Machismo. Em especial no ensino básico.” (professor 14)*
- *“Preconceitos intrínsecos na sociedade, fazendo com que geralmente as meninas não são estimuladas nas áreas das exatas”.(professor 11)*
- *“É uma questão cultural na sociedade. Os estímulos na infância, geralmente tendem a aproximar o sexo masculino de profissões relacionadas com área de exatas. Provavelmente, deve ter influência na questão do poder de conhecimento científico durante o iluminismo e reflexo na continuação da sociedade patriarcal”(professor 12)*

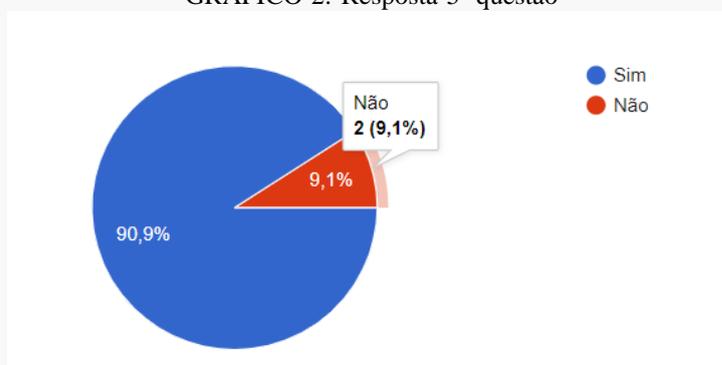
Um professor em específico respondeu de uma forma bastante diferente do que todos os outros, e que deixa um questionamento intrigável.

- (professor 16) *“O valor pago por uma aula de 60 min. é na média R \$ 15,00 na rede pública e na privada R \$ 12,00 (com raras exceções de valores maiores).*

Logo, o magistério não é viável do ponto de vista financeiro, tampouco, em relação ao status social. Não estou afirmando que as mulheres são propositalmente ligadas somente a isso, mas que são mais pragmáticas em suas escolhas.”

Na 5ª questão, questiona se os professores sentiram falta de obter mais informações sobre as mulheres cientistas. Inclusive, 90,9% dos entrevistados responderam que sentiram falta de obter mais conhecimentos sobre mulheres cientistas enquanto eram estudantes,

GRAFICO 2: Resposta 5ª questão



Fonte: Autora, 2021

Um dos professores que responderam NÃO, afirmou que; *“Respondi não na pergunta anterior por não ter sentido (a época) qualquer falta, já que nem tinha consciência de gênero na Ciência”*

Na 6ª questão que aborda o que os professores pensam sobre a divulgação das mulheres na ciência, resultou em 100% dos profissionais considerarem de extrema importância divulgar o trabalho científico de mulheres

- *“ A quase totalidade dos teoremas aprendidos, dos experimentos entregues, etc ... vinham de cientistas homens (e por isso ser tão comum, parecia ser natural). Hoje, 30 anos depois, sei da importância (principalmente para cientistas) o reconhecimento de contribuições de mulheres na Ciência e concordo que deve-se fazer um esforço para introduzir, o quanto antes, esse tema em sala de aula”*

- *“Mais do que importante, eu acho urgente e necessário. Sou suspeita pra falar, pois minha linha de pesquisa atende justamente este quesito, e percebo que devemos, cada vez mais, fortalecer o protagonismo da mulher no meio científico.”*
- *“Extremamente importante! Representatividade. ”*
- *“Eu nunca me vi na ciência até ter oportunidades no ensino médio. E mesmo assim, a maior parte dos colegas que se envolveram com isso eram homens que já se viam capazes de fazer ciência desde criança. Quando cheguei não superior, foi a mesma coisa, a maior parte são homens, tanto estudantes quanto professores. Estudamos o que os homens "fizeram" e vemos o quanto eles foram notáveis. Dá a sensação de que não estamos presentes na construção do nosso conhecimento. Acredito que seria muito bom ter esse tema inserido na formação de professores.”*

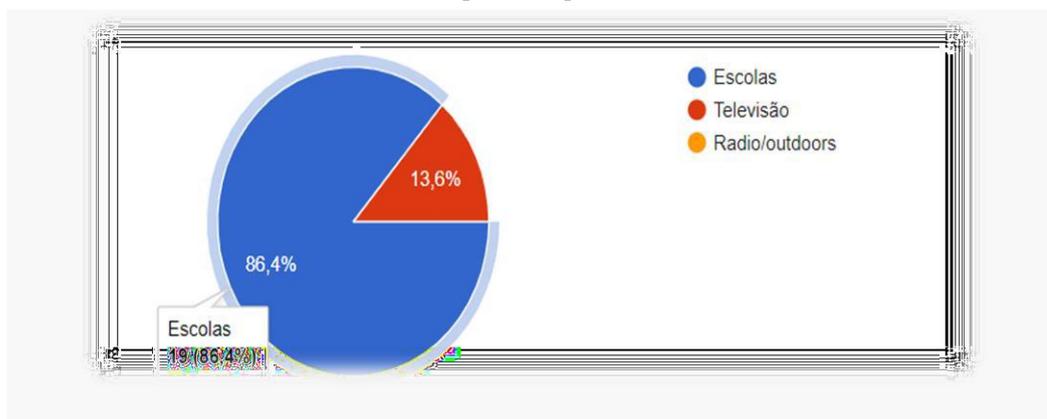
A partir da 7ª questão, que aborda sobre a divulgação das mulheres na ciência, 81,8% dos entrevistados acreditam que a divulgação na física sobre as mulheres nas ciências seria mais eficaz se realizada ainda no ensino básico, pois é onde se inicia todo o processo de conhecimento, o que poderia impactar positivamente as próximas gerações de cientistas.

- *“O ensino básico "naturalizaria" a presença do tema e reduziria a impressão de militância no tocante ao tema. Pois, embora militar por questões válidas seja algo louvável, a presença das mulheres da ciência seria tida como um FATO, mesmo entre leigos; ao resultado de ser encarado como um tópico de debate em círculos acadêmicos.”*
- *“Na base é onde se inicia todo o processo de conhecimento.”*
- *“Na educação básica, temos um momento oportuno, pois atenderia duas questões que considero importantes. A primeira, obviamente, voltada para o interesse das meninas em ciência, advindo da explicação sobre como cientistas de aula e a segunda, fomentando a desconstrução da cultura masculina de carreira, que reflete nas concepções a respeito das profissões a seguir.”*
- *“Em todos os livros de ensino básico divulgados se homens. O que justificaria não divulgar as mulheres? Importa o feito e o feitor.”*
- *Como professor já vi muitas meninas / mulheres que se interessam por física, mas muitas terminam o ensino básico sem ter contato com nenhuma professora / pesquisadora.*

- *“Embora para inserir essa divulgação no ensino básico dependa da formação de professores no ensino superior, eu defendo que seria mais eficaz no ensino básico por conta da visão que a criança e o adolescente vão criando eles mesmos ao longo dos anos. Como eu disse anteriormente, os homens desde crianças já se sentem capazes de ser cientistas, ganham laboratórios de química de brinquedo, se vêem na mídia da cultura pop, tem mais liberdade para se imaginar em áreas. Enquanto isso, nós meninas estamos fazendo o batizado das nossas bonecas. A minha exposição a ciência no ensino médio, apesar do meu primeiro professor quase ter destruído isso, foi essencial para que eu me sentisse capaz de participar e fazer ciência.”*

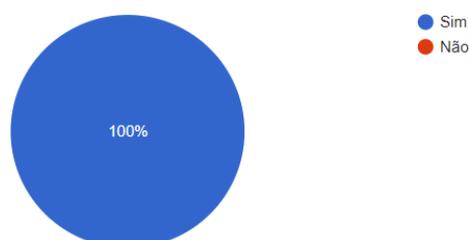
Os profissionais consideram que é necessário haver sim mais divulgação, 86,4% responderam que essa disseminação deve ocorrer nas escolas, 13,6% consideram a televisão como um meio eficiente para fazer essa transmissão e 100% dos profissionais trabalhariam com um material de apoio sobre mulheres na ciência, caso fosse disponibilizado.

Gráfico 3: Resposta da questão 9



Fonte: Autora,2021

Gráfico 4: Resposta da 10ª questão

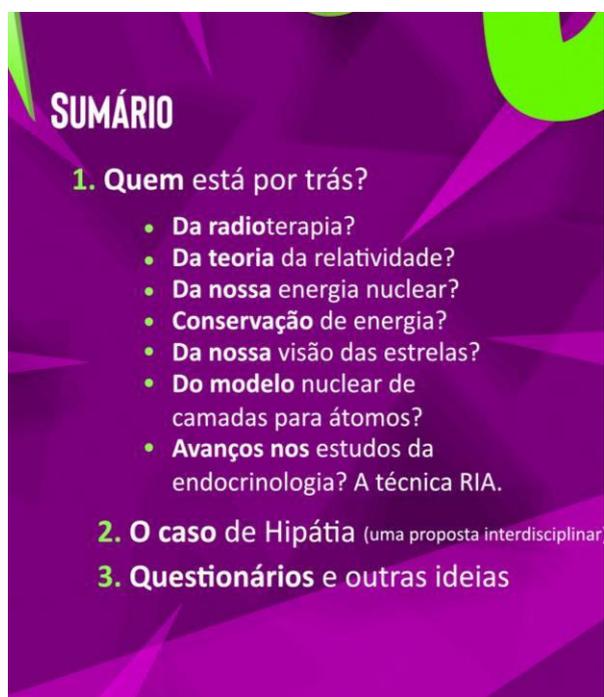


Fonte: Autora,2021

Com base nos dados coletados e diante todo o trabalho, surge a ideia de propor um modelo de um paradidático que sirva de material de apoio para que os professores do ensino básico possam se guiar.

Este modelo de paradidático serviria de material de apoio aos professores do Ensino Básico com foco no Ensino Médio, com o intuito de adicionar as reais contribuições das mulheres na Física Moderna, tendo uma proposta interdisciplinar inclusive com a medicina, com a área de energias e até mesmo da Filosofia, trazendo consigo também ideias de como os professores podem abordar e também questionário a ser aplicado.

Figura 19 : Sumário do proposto paradidático



FONTE: AUTORA, 2021.

Os elementos abaixo serviram de base para a composição visual do modelo de paradidático, que são eles:

- a) Fissão Nuclear- Uma das descobertas mais importantes na história da Física moderna que teve plena participação de Lise Meitner acaba servindo muito bem como estrutura conceitual para o pensamento estético presente nesse processo de criação.
- b) Instabilidade - A instabilidade do núcleo do átomo de elementos radioativos acaba criando um movimento interessante, que combina perfeitamente com a

história de tensão que essas mulheres expressavam com suas existências nesses espaços.

- c) Radiação- Um elemento familiar entre a atuação das principais personagens tomadas como referências, além de ser um elemento que expressa subjetivamente uma relação poética interessante com a participação de mulheres dentro dos campos científicos de modo geral, seja pelo machismo estrutural que resvala nas leis trabalhistas, inflexibilidade nas rotinas acadêmicas e nas áreas de pesquisa de modo geral. (O que por sua vez acaba sendo bem representado pela radioatividade por ser um comportamento do átomo que tende a se comportar fora do padrão.)
- d) Cubismo- Movimento artístico que surgia no mesmo período em que a ciência estimulava uma série de saltos no pensamento humano (1907). O que acaba sendo uma escolha de referência pertinente para o trabalho;

Dentro de um meio da atuação, em sua grande maioria ocupado por homens, a participação destas mulheres toma uma proporção ainda maior e mais ampla do que suas, já significantes colaborações científicas para a humanidade, mas também transbordam dos laboratórios de pesquisas, e assim em seus movimentos "Subversivos" acabam contribuindo com passos importantes de uma extensa caminhada fora da rota que só estava por começar.

"Hoje vou lhes falar do Rádio, um elemento que se comporta diferente dos demais"
1"(Marie Curie)

Conhecemos mais a fundo a participação principalmente de duas dessas mulheres: Lise Meitner e Marie Curie, tentando sempre assimilar elementos, sociais, intelectuais, pessoais e principalmente de suas carreiras na pesquisa científica na área da Física, com o objetivo de colher referências importantes que iriam nortear a criação desses elementos visuais. Outras participações importantes também foram consideradas neste estudo, com a da professora Márcia Barbosa, que contribui com um estudo aprofundado, em conjunto com um grupo de mulheres chamado *Mulheres na Física* sobre o motivo da baixa participação das mulheres na Física e do que poderia ser feito para atrair essas mulheres. Portanto, todas as escolhas que foram feitas até o dado momento, e que virão, irão tomar como pauta de referências para a elaboração das estruturas conceituais e visuais os valores presentes nessa breve pesquisa, além é claro de questões subjetivas que serão trabalhadas e construídas ao longo do processo.

As cores do material físico, se tem destaque no Roxo (cor do feminismo) e no Verde (Cor da Radioatividade), o modelo todo é focado com base no cubismo e claro em algo instável.

Figura 20 : Capa do modelo do paradidático



FONTE:AUTORA, 2021

6. Considerações Finais e Recomendações.

Diante de todo o material aqui trabalhado sobre o tema da Mulher na Ciência e, mais geralmente, sobre o tema da Mulher enquanto atriz social -tanto no que diz respeito aos seus direitos quanto no que concerne às suas potencialidades criativas-, cogitamos do que realmente devemos apresentar aqui nessas nossas considerações finais.

Como reiteradamente fizemos alusão, o trabalho aqui realizado, dentro das nossas delimitações de extensão e de tempo, requereu um recorte e, ademais, que esse recorte fosse viável de ser desenvolvido no decurso de um Programa de Mestrado Profissional tal como é o nosso MNPEF em vista das várias atribuições que nós, professores e professoras, que atuamos no ensino médio do estado de Alagoas nos deparamos ao enfrentar um dia a dia frequentemente exaustivo.

Acrescente-se a tudo isso, as novas formas de adaptação que tivemos que nos submeter diante da pandemia do coronavírus causador da COVID-19 que se abateu sobre o nosso planeta e da precaríssima condução – para usar apenas uma palavra muito suave- no contexto do governo federal. Tivemos que aprender a lidar com Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) enfrentando infraestruturas precárias em termos de internet de banda larga.

Nossas conclusões serão de dois tipos, quais sejam, respectivamente, aquelas de natureza retrospectiva ao teor trabalhado e aquelas de natureza prospectiva, pois é também do nosso mister pensar cenários de futuro, tanto para a ajuda das nossas reflexões quanto para ter em mente sempre presente as nossas ações em prol da procura por um mundo melhor, mais justo e igualitário.

Os nossos objetivos foram, *grosso modo*, tanto o de ressaltar a importância e o protagonismo da Mulher na Ciência quanto o de contribuir para tornar o ensino de Física mais atual, ou seja, que noções e conceitos básicos de Física Moderna e Contemporânea fossem contemplados e veiculados em situações em sala de aula. A maneira a mais natural possível para procedermos nos pareceu ressaltar, no contexto do ensino, a importância de enfatizar os brilhantismos de personalidades científicas femininas como Hipácia (360-415), Marie Curie (1867-1934), Maria Göppert-Mayer (1906-1972), Emmy Nöther (1882-1935), Lise Meitner (1878-1968), Irene Juliot Curie (1897-1956), entre tantas outras.

É especialmente importante dizer que ressaltar o papel e o protagonismo da Mulher na Ciência ao escolher figuras seminais do século XX tem importância pedagógica e educativa de relevo pois contribui para que tanto meninos quanto meninas se conheçam melhor e se respeitem em sinergia e autoestima, cultivando assim, a grandeza da espécie humana que é capaz de produzir belíssimas obras independentemente de quem as produzam, sejam homens ou mulheres.

Há outra razão que corrobora e nos orienta para assim procedermos e esta é de índole epistemológica. Isso porque, quando afirmamos que não existe uma *essência* que consubstancie uma vocação exclusiva masculina para a atividade científica criativa, também asseveramos que uma concepção minimamente satisfatória acerca da Natureza da Ciência, não poderá comportar machismos, e por extensão, não poderá comportar outros tipos de fundamentalismos como racismos, origem geográfica, entre outros.

A história da ciência vista na sua complexidade é eloquente em mostrar que várias culturas europeias ou não dignificaram a espécie humana com obras de elevado valor.

Em função do que trabalhamos no decurso da elaboração dessa dissertação no sentido de perseguir o objetivo de que tanto a própria dissertação, os nossos artigos e o Produto Educacional deles decorrentes viessem a se constituir em apoio efetivo e viável para os professores e para as professoras que labutem no nível do ensino básico na disciplina de Física, então adotamos como referencial teórico no campo das teorias da aprendizagem *a produção de significados* visando a Aprendizagem Significativa tratada em conexão e sinergia com considerações epistemológicas que julgamos pertinentes.

Assim, na nossa produção de significados sobre o que hodiernamente é considerado como o hediondo feminicídio sofrido por Hipácia, grandes ideias gregas foram trazidas à baila como a *Paideia* enquanto Educação Integral para o Cidadão e para a Cidadã, a *Parrésia*, enquanto franqueza e liberdade de cátedra a revelar tanto verdade epistemológica quanto sinceridade das pessoas que tem compromisso com o verdadeiro e, como tais, combatem, -hodiernamente diríamos-, terraplanismos em sentido lato do termo, negacionismos, Fake News, lavagens cerebrais, machismos e quaisquer outras formas de opressão as quais vão na direção da alienação e do mais completo obscurantismo.

Em contraposição às qualidades altas de Hipácia que ressaltam tanto o seu alto valor moral quanto o seu alto valor intelectual precedemos a uma produção de significados sobre as ideias gregas da Hybris e da Pleonexia as quais atribuímos aos seus algozes.

Estamos cōnscios de que trabalhar tais temas que visam a desconstrução de significados preconceituosos e obscurantistas e marchar em prol da produção de significados que eleva a espécie humana e a recoloca em seu real valor seja de imprescindível importância se o que desejamos é uma sociedade mais justa e fraterna. Dar ênfase ao protagonismo e à dignidade da mulher   atitude central no contexto de uma educação que se deseje genuína.

A aproximação com os conceitos estudados do Efeito Mateus, do Efeito Matilda e do Efeito Teto de Vidro são de muita utilidade também para mostrar que grandes obstáculos atravessam séculos e   necessário ter consciência desses problemas.

Enfim, o nosso Produto Educacional intitulado Mulheres na Física Moderna é feliz resultante para que trabalheemos com os nossos estudantes ao reinterpretar e transpor conceitos que julgamos relevantes enquanto atividade em sala de aula e como atividade de casa.

Temos a firme convicção de que se forem trabalhados com interesse e encarados com a devida seriedade, este trabalho pode ser uma contribuição educacional relevante para o ensino básico e para a missão irrecusável de fazer justiça às mulheres.

Referências Bibliográficas

ALVETTI, M.; DELIZOICOV, D. **Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a Revista Ciência Hoje**. In: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM ENSINO DE FÍSICA,6.,1998, Florianópolis, Atas...Florianópolis imprensa Universitária da UFSC, p.232-234, 1998.

ANDRIOLLI, L. **O Corpo e a mulher na história da filosofia**: uma leitura a partir deMerleau-Ponty centrada na atual discussão sobre a corporeidade.

ANGÓS, T. **Participación de Mujeres Científicas en la Construcción de Algunas Teorías Científicas Vigentes em la Tecnociencia Actual**. VII Congresso Iberoamericano de Ciencia, Tecnologia e Gênero,2010.

AREAS, R; BARBOSA, M.; SANTANA, A. Teorema de Emmy Noether,100 anos: Alegoria da Misoginia em ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, nº4,2019.

ASTELL, M.. Some reflections upon marriage. Champaing: University of Illinois Press,2015.

BANDEIRA, L. ‘A contribuição da crítica feminista à ciência’. **Estudos Feministas**, Florianopolis:2008.

BBC NEWS. Maria Goeppert Mayer, a Nobel de Física que explicou números mágicostrabalhando sem remuneração. 2021. Disponível em:<
<https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2021/05/maria-goeppert-mayer-nobel-de-fisica-que-explicou-numeros-magicos-trabalhando-sem-remuneracao.html>>
, Acessado em: Maio de 2021.

BEGALLI, M. Prefácio a **Meitner**, In: BASSALO, J. M. F.; CARUSO, F., São Paulo:Editora Livraria da Física, 2015.

BENEDITO, F. ‘**Intrusas**: uma reflexão sobre mulheres na ciência’. *Cienc. Cult.*

vol.71 no.2 São Paulo, 2019.

BARBOSA, A. '**Implicações éticas do efeito Mateus na ciência**'. mediações, Londrina, V.21 N.1, P. 286-316. 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal, Edições 70, LDA,2016.

BASSALO, J. M. F.; CARUSO, F. **Meitner**, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

BARRETTO CARDOSO, E. (ORG.), **Mulher & Subjetividade**, Coleção Gênero & Cidadania, Gráfica Gazeta de Alagoas, 1997.

BASTOS FILHO, J. B. Pode-se progredir com base em fundamentos inconsistentes? (Ocaso do Átomo de Bohr), **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 20, n. 3. p. 312-335, 2003.

CARVALHO, M.; COELI, C.; LIMA, L., "Mulheres no mundo da ciência e da publicação científica". **Cad.de Saúde Pública** 34,2018.

CAVALCANTI, S. B., 'A Mulher na Ciência: Ainda um Peixe Fora D'Água?'. In: LOUREIRO DE BARROS LIMA, N. R. (Org.) **Mulher e Ciência** p. 51-57, 1991

CORTES, M. **Marie Mayer**. Disponível em <

<https://mulheresnaciencia.com.br/marie-mayer/>>, 2020, Acessado em: Jan. de 2021.

FRANCELIN, M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ci.Inf**, v.33,n.3,p.26-34, Brasília: 2004.

FERNANDEZ, C.; AMARAL, A.; VIANA, I. **A história de Hipátia e de muitas outras matemáticas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: SBM,2019.

FIGES, L. **Quem eram os Bluestockings?**. Artuk, 2019. Disponível em: <

<https://artuk.org/discover/stories/who-were-the-bluestockings.> > Acessado em: 15 jul.2021.

GROSSI, M. et al. As mulheres praticando ciência no Brasil. **Estudos Feministas**, V. 24, n.1, p.11, Florianópolis: 2016.

IGNOTOSKY, R; tradução de Sonia Augusto **As cientistas: 50 mulheres que mudaramo mundo.**3ª reeimpessão. São Paulo: Blucher, 2019.

KATEMARI, R; GOMES SILVA, M. R., ‘**Is my physics Textbook Sexist**’.*The Physics Teacher* 58,625 (2020).

LIMA,J. **Feminismo:** Origens, conquistas e desafios no século 21.. Nexojournal,2020. Disponível em:< <https://www.nexojournal.com.br/explicado/2020/03/07/Feminismo-origens-conquistas-e-desafios-no-s%C3%A9culo-21>> Acessado em; 18 jun.2021.

LINO, T.; MAYORGA, C. As mulheres como sujeitos da ciência: uma análise da participação das mulheres na Ciência Moderna. *Sau.&Transfor.Soc.*, v.7,n.3, p.96-107,Florianópolis:2016.

LETA, J. ‘**As mulheres na ciência brasileira:** crescimento, contraste e um perfil de sucesso. *Estudos Avançados* 17 (49),2003.

LIMA, M.; VASCONCELOS, B. ‘Fanny Tabak e os primeiros passos dos estudos sobreciência, tecnologia e gênero no Brasil’. *Redes*, Vol.22, Nº43, Bernal, Pag.13-32,2016.

LOPES, L. **10 fatos sobre Ada Lovelace que farão você admirá-la ainda mais.**

Disponível em:

<<<https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/Curiosidade/noticia/2018/02/10-fatos-sobre-ada-lovelace-que-farao-voce-admira-la-ainda-mais.html>>>,2018. Acessado em:24 jul de 2021 às 18:30.

LOUREIRO DE BARROS LIMA, N. R. (Org.). **Mulher e Ciência**, Coleção Gênero e Cidadania, Prefácio de Reny Dalva Lacerda Gomide, Introdução e Apresentação de LuciaTosi, Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas EDUFAL, 1991.

LOUREIRO DE BARROS LIMA, N. R. (Org.). **Mulher & Saúde**, Coleção Gênero e Cidadania, Prefácio de Analice Dantas Santos, Apresentação de Eleonora Nenicucci

de Oliveira, Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas EDUFAL, 1992.

LOUREIRO DE BARROS LIMA, N. R. (Org.). **Mulher & Meio Ambiente**, Coleção Gênero e Cidadania, Prefácio de Nadia Regina Loureiro de Barros Lima, Apresentação de Leda Maria Vieira Machado, Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas EDUFAL, 1994.

LOUREIRO DE BARROS LIMA, N. R. (Org.). **O Feminino na Psicanálise**, Apresentação de Maria Rita Kehl, Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas EDUFAL, 2001.

LOUREIRO DE BARROS LIMA, N. R., 'Mulher e Ciência: A Hegemonia do Código Patriarcal' In: LOUREIRO DE BARROS LIMA, N. R. (Org.) **Mulher e Ciência** p. 17-31, 1991.

LOURO, G. **Gênero, sexualidade e educação**. Uma perspectiva pós-estruturalista. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

LOURO, G. L. Gênero e sexualidade: pedagogias contemporâneas. **Pro-Posições**, v.19,n.2 (56),2008.

MARTINS, S. **A Escola de Atenas, Rafael Sanzio**. Disponível em <<http://www.historiadasartes.com/sala-dos-professores/a-escola-de-atenas-rafael-sanzio>>,09 jul 2017, acessado em: 23/07/2021 às 22:42.

MCCAN, H. at all; tradução Ana Rodrigues. **O livro do feminismo**. 1ªed. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2019.

MENEZES, D.P, 'Mulheres na Física: a realidade em dados'. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.34, n.2, p. 341-343, 2017.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. Interfaces entre Teorias de Aprendizagem e Ensino de Ciências/Física, Textos de Apoio ao Professor, Programa de Pós-graduação em Física,IF/UFRGS, Porto Alegre, v. 26, nº 6, 2015.

MASSARANI, L.; CASTELFRANCHI, Y.; PEDREIRA, A. ‘Cientistas na TV: como homens e mulheres da ciência são representados no *Jornal Nacional* e no *Fantástico*’. **cadernos pagu** (56),2019.

NASCIMENTO, J. Políticas públicas e desigualdade de gênero na sociedade brasileira: considerações sobre os campos do trabalho, da política e da ciência. **Mediações**, Londrina, v.21, n.1, p. 317-337, 2016.

PINTO, C. Feminismo, história e poder. **Rev. Sociol. Polít.**, Curitiba, v. 18, n. 36, p. 15-23, 2010. **ENGELS, F. A origem da família, da propriedade privada e do estado.**Rio de Janeiro: **Civilização Brasileira, 1974.**

PUGLIESE, G. Sobre o ‘caso Marie Curie’: A radioatividade e a subversão de gênero.São Paulo: Alameda, 2012.

RIBEIRO FILHO, A. in: **Mulheres na física: Casos históricos, panorama e perspectivas**, organizado por E.B. Saitovitch, M.C.B. Barbosa, S. de Pinho, R.Z. Funchal e A.E. Santana (LF Editorial, São Paulo, 2015), p. 31

ROEBKE, J. **Três principais descobertas e contagens da Física.** Disponível em:<<<https://www.quantamagazine.org/sau-lan-wus-three-major-physics-discoveries-and-counting-20180718/>>>. Acessado em: 24 jul 2021 às 18:00.

SAITOVITCH, E; et al. **Mulheres na física: casos históricos, panorama e perspectivas.**1ª edição, São Paulo: Editora Livraria da Física,2015.

SANTOS SILVA, A.; BASTOS FILHO, J. B. ‘Pressupostos Epistemológicos do Construtivismo, Passagem Complexa para o Plano Didático e Vários Mal-Entendidos’, **Vitruvian Cogitationes**, v. 2, n. 1, p. 76-97, 2021.

SILVA, F. (Dissertação). **Mulheres na ciência: Vozes, tempos, lugares e trajetórias.** Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS.2012.

SILVA, F.; RIBEIRO, P. Trajetória de mulheres na ciência: “ser cientista” e “ser mulher”, **Ciênc. Educ.**, Bauru, v.20, n.2, p449-466,2014.

VEIT, E. capa de trás de **Meitner**, In: BASSALO, J. M. F.; CARUSO, F., São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

VELHO, L. Prefácio IN: SANTOS, L.; ICHIKAWA, E; CARGANO, D. (org) **Ciência, Tecnologia e Gênero**: desvelando o feminino n construção do conhecimento. Londrina:IAPAR, 2006.

.
Young, Alfred Fabian. *Masquerade: a Vida e Tempos de Deborah Sampson Continental soldado*. Vintage Books, 2005.

ZIRMMERMAN, T., ‘#Interseccionalidade: The Fourth Wave Feminist Twitter Community’’. **Atlantis** 38, 54-70,2017.

_____. The New Marvel in Photography. **McClure's**, Vol. 6, No. 5, Abril, 1896,Project Gutenberg.

APÊNCIDE A

QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO PARA PROFESSORES DE FÍSICA

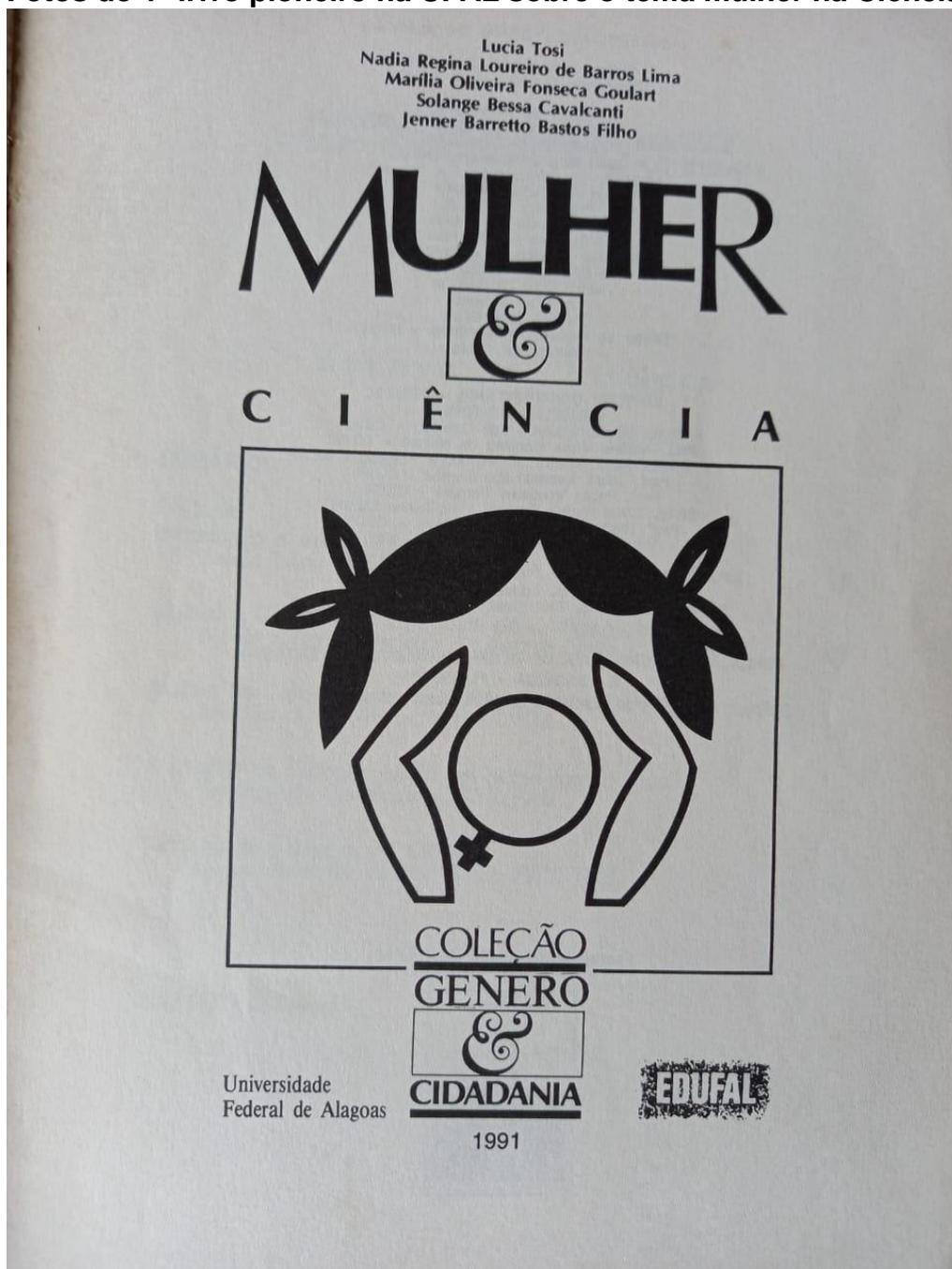


QUESTIONÁRIO

- 1) Qual motivo levou você a ser professor (a) de física?
- 2) Qual maior dificuldade que você **já** enfrentou como professor (a) de Física?
- 3) Você considera que a maioria dos integrantes do curso de física são
) Homens
) Mulheres
- 4) Com base na sua resposta anterior, por qual motivo você acha que isso acontece?
- 5) Durante sua jornada como estudante, você sentiu falta de ter tido mais conhecimento sobre as mulheres cientistas?
) Sim
) Não
- 6) O que você acha sobre a divulgação das mulheres na ciência? Importante? irrelevante? Comente o que você acha sobre esse tema.
- 7) Qual nível de ensino você acha que a divulgação na física sobre mulheres na ciência seria mais eficaz?
) Básico
) Superior
- 8) Com base na questão anterior, explique sua escolha.
- 9) Onde você acha que deveria haver mais divulgação? Dentre essas abaixo
) Escolas
) Televisão
) Rádio/Outdoors
- 10) Você trabalharia (se tivesse um bom material de apoio) em sua sala de aula, com o tema: Contribuição das mulheres na Física moderna?

APÊNDICE – B

Fotos do 1º livro pioneiro na UFAL sobre o tema mulher na Ciência



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

Mulher e ciência / Nádia Regina Loureiro de Barros Lima . . . (et al.); introdução e apresentação de Lúcia Tosl. — Maceió : EDUFAL, 1991. 65p. — (Coleção Gênero e cidadania ; 1) Inclui bibliografia.

Trabalhos apresentados no Seminário Mulher e Ciência, promovido pelo Núcleo Temático Mulher e Cidadania da Universidade Federal de Alagoas, em 22/09/1989.

1. Mulheres e ciência. I. Lima, Nádia Regina Loureiro de Barros. II. Tosl, Lúcia. III. Universidade Federal de Alagoas. Núcleo Temático Mulher e Cidadania. IV. Série.

CDU: 396.081

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

Reitora: Delza Leite Goes Gital
 Vice-Reitor: Rogério Moura Pinheiro

Pró-Reitor de Planejamento
 José Mendonça Teixeira
 Pró-Reitor de Graduação
 José Lima de Moraes Filho
 Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa
 Rodrigo de Araújo Rinalho Filho
 Pró-Reitor Estudantil
 José Peixoto dos Santos
 Pró-Reitor de Extensão
 Salomão Almeida de Barros Lima
 Pró-Reitora de Administração
 Laura Luna de Alencar
 Chefe de Gabinete
 Douglas José Costa
 Diretor da Imprensa Universitária - UFAL
 Marcos da Rocha

EDITORA UNIVERSITÁRIA - EDUFAL
 CONSELHO EDITORIAL

Prof. Alberto Eduardo Cox Cardoso - CSAU
 Prof. Antônio Vieira Baptista de Nazaré - CTEC
 Profª Branca Rosa Silveira de Mendonça Fragoso - CCSA
 Prof. Jaime Evaristo dos Santos - CCEN
 Prof. Paulo Vanderlei Ferreira - CECA
 Biblio. Sílvia Regina Cardeal - Biblioteca Central
 Profª Renira Lisboa de Moura Lima - CEDU
 Prof. Winston Menezes Leahy - CCBI
 Profª Vera Romariz - CHLA
 Presidente: Prof. Eduardo Magalhães Junior
 Secretário Executivo: Prof. José Roberto Gomes da Silva

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
 DIVISÃO UNIVERSITÁRIA DE DESENVOLVIMENTO DE EXTENSÃO
 E PESQUISA - FUNDEPES
 Diretor Executivo: Fernando Bastos Costa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
 NÚCLEO TEMÁTICO MULHER E CIDADANIA

SEMINÁRIO

MULHER E CIÊNCIA

SUMÁRIO

Prefácio

Introdução e Apresentação

Lucia Tosl. *Université Pierre et Marie Curie. Paris*

Mulher e Ciência: A Hegemonia do Código Patriarcal
 Nádia Regina Loureiro de Barros Lima. *CSO/UFAL*

Mulher na Ciência e na Tecnologia: Encantos e Desencantos
 Marília O.F. Goulart. *QUI/UFAL*

A Mulher na Ciência: Ainda um peixe fora d'água?
 Solange B. Cavalcanti. *FIS/UFAL*

Nota sobre a Mulher na Ciência
 Jenner Barretto Bastos Filho. *FIS/UFAL*

Coord. do Seminário:

Reny Dalva Lacerda Gomide *HIS/UFAL*

PREFÁCIO

Com a publicação deste primeiro número da "Coleção Gênero e Cidadania", o Núcleo Temático Mulher e Cidadania da Universidade Federal de Alagoas passa a divulgar a produção científica resultante do "Seminário Mulher e Ciência" e, desta forma, estimular e facilitar a pesquisa, despertando assim para a importância da Ciência, como instrumento de compreensão do processo de discriminação que a mulher está submetida.

O conteúdo deste primeiro Caderno compreende os quatro ensaios apresentados no Seminário, realizado em Maceió em setembro de 1989.

Evidentemente, todas as questões abordadas encontram-se intimamente ligadas, apesar da separação justificada apenas pela formação profissional dos autores: socióloga, química, física e físico. Sintetiza o esforço de registro, tradução, aprofundamento de idéias, debates e reflexões que vêm animando um grupo de docentes, pesquisadores e alunos da UFAL.

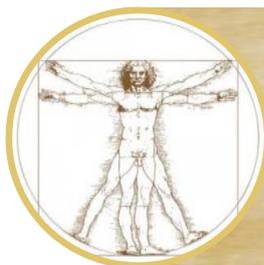
A principal justificativa para a edição e divulgação do presente Caderno consiste no desafio de construir o caminho e percorrê-lo, com decisão e coragem. Esse será através da socialização do conhecimento, numa construção conjunta de mulheres e homens, na transformação da sociedade em mais livre, justa e igualitária. O caminho percorrido pela mulher na História nos mostra que qualquer avanço da mulher, seja no lar, nas leis, na escola e no trabalho, tem sido conquistado por um alto preço.

Como coordenadora do Seminário e membro do Núcleo Temático Mulher e Cidadania registro agradecimentos à Magnífica Reitora da UFAL Profª Delza Leite Goes Gital pela publicação do resultado do evento, à Profª Lucia Tosl que atendeu a nossa solicitação, enriquecendo este Caderno com a Introdução/Apresentação, e à Coordenadora do Núcleo Temático Mulher e Cidadania Profª Nádia Regina Loureiro de Barros Lima pelo esforço em conseguir a presente publicação.

Maceió, 25 de janeiro de 1991
 Aos Trinta Anos da UFAL

Profª Reny Dalva Lacerda Gomide
 (Coord. do Seminário)

APÊNDICE C- ARTIGO



Revista Vitruvian Cogitationes - RVC

O CASO HIPÁCIA¹: (RE)INTERPRETAÇÃO À LUZ DE QUATRO GRANDES IDEIAS GREGAS

THE CASE HIPACIA: (RE) INTERPRETATION IN THE LIGHT OF FOUR GREAT GREEK IDEAS

EL CASO HIPACIA: (RE) INTERPRETACIÓN A LA LUZ DE CUATRO GRANDES IDEAS GRIEGAS

Maria Cristinne Pereira Seixas

Universidade Federal do Alagoas - UFAL; mariacristinne@hotmail.com

Maria das Graças Leopardi Gonçalves

UFAL; leopardi@icf.ufal.br

Jenner Barretto Bastos Filho

UFAL; jenner@fis.ufal.br

99

Resumo: Neste artigo temos o propósito de interpretar possíveis motivos que levaram ao assassinato em 415 da era cristã de Hipácia (Hipátia), matemática, astrônoma, filósofa e dirigente do Museu que abrigava a famosa Biblioteca de Alexandria. Nesta análise procederemos a um confronto que consiste, por um lado, em enfatizar as virtudes gregas por ela praticadas da paideia e da parrésia e, por outro lado, em atribuir significados às más qualidades da hybris e da pleonexia praticadas pelos seus algozes. Também estabeleceremos uma relação entre o fortalecimento do patriarcalismo característico do cristianismo em expansão e a perseguição de uma ilustre estudiosa de seu tempo, contribuindo assim para o debate acerca dos percalços enfrentados pela mulher na ciência. Neste contexto, exploramos possíveis significados para a expressão “insolente elegância”.

Palavras-chave: Feminismo; Misoginia; Conceitos Gregos; Hipátia.

Abstract: In this article we have the purpose of interpreting possible reasons that led to the murder in 415 of Hypatia, mathematician, astronomer, philosopher and director of the Museum that housed the famous Library of Alexandria. In this analysis, we will proceed to a confrontation that consists, on the one hand, of emphasizing the Greek virtues practiced by her of paideia and parrhesia and, on the other hand, of attributing meanings to the bad qualities of hybris and pleonexia practiced by her executioners. We will establish too a relationship between the strengthening of patriarchalism characteristic of expanding Christianity and the persecution

¹ A grafia a ser adotada neste trabalho, tanto poderia ser Hipátia, de inspiração do latim, com “t” para o qual o som “ti” é equivalente a “c” em português (quando o “c” está entre duas vogais), quanto poderia ser Hipácia de pronúncia mais habitual em nossa língua. Adotamos aqui a grafia Hipácia em conformidade com a tradução para o português da História Ilustrada da Ciência de C.A. Ronan. De forma análoga, a historiadora Silvia Ronchey adota no seu livro a grafia italiana como Ipazia.

of an illustrious scholar of her time, thus contributing to the debate about the problems faced by women in science. In this context, we explore meanings for the expression “insolent elegance”.

Keywords: Feminism; Misogyny; Greek concepts; Hypatia.

Resumen: En este artículo pretendemos interpretar los posibles motivos que llevaron al asesinato en 415 de la era cristiana de Hypatia (Hypatia), matemático, astrónomo, filósofo y director del Museo que albergaba la famosa Biblioteca de Alejandría. En este análisis, procederemos a un enfrentamiento que consiste, por un lado, en enfatizar las virtudes griegas practicadas por paideia y parresia y, por otro lado, en atribuir significados a las malas cualidades de hybris y pleonexia practicadas por sus verdugos. También estableceremos una relación entre el fortalecimiento del patriarcado característico de la expansión del cristianismo y la persecución de una ilustre estudiosa de su tiempo, contribuyendo así al debate sobre los problemas que enfrenta la mujer en la ciencia. En este contexto, exploramos los posibles significados de la expresión “elegancia insolente”.

Palabras clave: Feminismo; Misoginia; Conceitos Gregos; Hipátia.

1 INTRODUÇÃO

No começo do século V, a cidade de Alexandria, situada no norte do Egito, foi palco de um episódio tanto importante quanto hediondo, que representou grave obscurantismo e hoje, diríamos, assumindo expressões hodiernas, de grave violência aos direitos humanos. Tendo em vista ainda concepções modernas, o episódio ao qual nos referimos constituiu, a um só tempo, tanto obscurantismo cognitivo quanto feminicídio movido por uma odiosa misoginia. Aqui nos referimos ao assassinato de Hipácia ocorrido no ano 415 da era cristã; tratava-se da matemática, astrônoma, filósofa de lavra neoplatônica e bibliotecária da famosa Biblioteca de Alexandria. Hipácia era também uma mulher de grande beleza física, admirada e cortejada pelos seus alunos, circunstância esta que também não pode ser desconsiderada em uma análise abrangente acerca do episódio. Ela era também filha do matemático Téon de Alexandria o qual certamente lhe ensinou muita coisa.

Situando muito brevemente o contexto (ver RONCHEY, 2010, p. 21), diríamos que se nos primeiros anos do cristianismo, os cristãos eram cruelmente perseguidos, a situação mudou a partir do Édito do Imperador Constantino no ano 313 no qual foi concedida liberdade de culto aos cristãos. A partir de uma constituição de Teodósio de 391, o Cristianismo foi elevado à religião de Estado. No ano seguinte, em 392, uma lei especial proibiu os cultos pagãos. De antigos perseguidos, os cristãos passaram a perseguidores e intolerantes. O Templo pagão de Serapeu de Alexandria foi destruído nesta época como intolerância movida pelos desejos de afirmar cada vez mais a hegemonia cristã.

Na Alexandria da época conviviam as comunidades cristã, judia, e pagã de origem grega. Tal convivência, no entanto, era conflituosa. O Império Romano estava em plena decadência e o cristianismo estava em plena e rápida expansão². Para um aprofundamento (ver, DAMPIER, 1951; RONAN, 1987; RUSSELL, 1993; RONCHEY, 2010)

Neste ensaio procuramos nos valer de algumas ideias e conceitos gregos como ajuda para a compreensão do fenômeno que representou tanto o florescimento quanto o bárbaro assassinato da matemática e astrônoma Hipácia de Alexandria (351/370-415)³ de extraordinário

² Tal contexto inspirou um filme de longa metragem intitulado *Ágora de Alexandria* https://www.youtube.com/watch?v=ZIWRFY3X_RU.

³ Há alguma incerteza na data do nascimento de Hipácia que é estimada na literatura entre os anos 351 e 370 do século IV, porém a data de sua morte é sobejamente conhecida como ocorrida em 415, ou seja, na segunda década

do século V, acontecimento que foi realçado pela forma hedionda como se deu.

brilhantismo que no começo do século V desempenhou papel de grande relevância cultural enquanto bibliotecária, filósofa e cientista de grande valor. Passados dezesseis séculos, o seu exemplo permanece emblemático a ponto de ainda causar perplexidade.

Essa perplexidade inclui a inevitável questão do porquê de uma mulher cientista e filósofa na esteira neoplatônica de pensamento, tida como tão singular, pôde ter sido vítima de um bárbaro e hediondo assassinato acompanhado de cruel esquartejamento.

O nosso estudo tem como um de seus objetivos também o de contribuir para uma avaliação sobre em que medida tal exemplo, ocorrido há mais de um milênio e meio, nos ajuda a compreender a persistente violência hedionda contra a mulher, fenômeno esse cada vez mais inaceitável, em que pese seja, infelizmente, sobremaneira frequente.

As grandes ideias e conceitos gregos de que lançamos mão para que possamos formar um quadro compreensível do fenômeno são: *paideia*, *parresia*, *hybris* e *pleonexia*. As duas primeiras -a Paideia e a Parresia- se referem a qualidades altas, enquanto as duas últimas -a hybris e a pleonexia- se referem a grandes defeitos humanos. As duas primeiras são atribuídas a Hipácia, enquanto as duas últimas são atribuídas a seus algozes.

Aqui, não se trata de uma atribuição maniqueísta que divide a humanidade entre bons e maus e sim de um assassinato no qual, claramente, há por um lado uma vítima e, por outro, algozes que praticam ato hediondo. Deste modo, qualquer relativização desta adoção de partida é definitivamente recusada por nós autores deste trabalho. Pior ainda é a maniqueísta inversão de culpabilidade⁴ tal como a que Domenico Losurdo critica severamente em um capítulo de livro intitulado *Consciência de si, falsa consciência, autocrítica do Ocidente* (LOSURDO, 1999, p. 271-306).

Preliminarmente, é importante que esclareçamos alguma coisa sobre a grafia utilizada desses conceitos gregos nas diversas línguas com as quais nos deparamos e envidemos alguns esforços para tentar dirimir, tanto quanto possível, sobre eventuais divergências encontradas.

Um dos termos/conceitos gregos de que nos utilizaremos e exploraremos está expresso na palavra **parrésia**; constatamos que esta palavra é grafada no livro de Silvia Ronchey, escrito em italiano e intitulado *Ipazia, La Vera Storia*, como *parrhesia*⁵; nas Conferências de Michel Foucault traduzidas para o português e publicadas pela revista *Prometeus* a grafia é exatamente a mesma (ver Foucault, 2013); Maraschi & Dametto, (2016, p. 993) em um artigo dedicado ao campo da saúde escolheram a grafia *parresia* com acento agudo na letra *ì* e o dicionário de Houaiss⁶ da língua portuguesa adota *parrésia* com acento agudo na letra *é*; na edição em espanhol do extenso e seminal livro *Paideia* de Werner Jaeger, a única referência que aparece no índice remissivo à palavra se apresenta com a grafia *parrhesia* e deste modo é muito instrutivo que remetamos o excerto correspondente para uma nota de rodapé⁷

Doravante, adotaremos a grafia do dicionário da língua portuguesa de Houaiss que é **parrésia**. As acepções do termo exibidas no verbete correspondente se adequam aos significados, respectivamente, **liberdade oratória**, **afirmação corajosa**, **liberdade de linguagem**, **franqueza**, e, além dessas ocorre-nos mais uma e perfeitamente comensurável com as demais que é **liberdade de cátedra**.

⁴ Losurdo critica o historiador Edgard Quinet que analisa o genocídio na América praticado pelos espanhóis como inspirado pelo islamismo e desta maneira absolvendo quem praticou o crime e responsabilizando quem, segundo ele, teria sido “fonte” de inspiração do genocídio (ver referência na lista bibliográfica).

⁵ Ver Ronchey, 2010, p. 29.

⁶ Entre os significados e/ou acepções do termo estão as seguintes: liberdade oratória; afirmação corajosa; liberdade de linguagem; e franqueza.

⁷ Ya los historiadores de la literatura del helenismo reconocieron que el crecimiento y la caída de la comedia política coinciden con los del estado ático. No floreció ya más, por lo menos en la Antigüedad, desde que Grecia cayó, según la expresión de Platón, del exceso de libertad al exceso de la falta de libertad. En la comedia halló el exceso de libertad, por decirlo así, su antídoto. Se superó a sí misma y extendió la libertad de palabra, la *parrhesia* aun consideradas como tabú (JAEGER, 1957, p. 330).

Com relação aos outros campos e categorias conceituais as quais nos referiremos e sobre as quais nos apoiaremos no curso do presente ensaio, diremos que eles se apresentam na literatura com uma grafia mais consensual como **Paideia**, **hybris** e **pleonexia**.

Partimos aqui, como uma referência central para os nossos propósitos, do livro de Silvia Ronchey, escrito em italiano e intitulado *Ipazia, La Vera Storia*.

A partir de um testemunho de Sócrates Escolástico, um contemporâneo de Hipácia que era cristão, Ronchey se refere às posturas da sábia alexandrina como dotadas de *elegante insolência* as quais são imbuídas da *Paideia* e da *parrésia* gregas. Temos a intenção de explorar significados possíveis e atribuíveis à expressão **elegantemente insolente**.

Na seção 1 do presente ensaio intitulada *Hipácia, a Paideia e a Parrésia Gregas* tomamos a expressão *elegantemente insolente* sugerida por Ronchey a fim de começar o nosso exercício de prover a produção de possíveis significados que são desenvolvidos nas seções seguintes deste ensaio e, a partir de então procurar ampliar a conexão com outras categorias gregas as quais são também convidadas para protagonizar o nosso exercício de articulação.

Na seção 2 intitulada *Articulando Categorias Explicativas* continuamos a empreender o nosso exercício de significação/ressignificação das categorias conceituais envolvidas procurando o seu caráter de unidade na diversidade e um núcleo duro comum que permita legitimar a nossa articulação.

Na seção 3 intitulada *Da Possível Conversa entre Categorias Conceituais* a nossa articulação prossegue ao incorporamos além dos primeiros conceitos de *Paideia* e de *parrésia*, também as categorias conceituais de *hybris* e de *pleonexia* também em conexão com estudos progressos sobre temas de alguma maneira correlatos.

Na seção 4 intitulada *A Pleonexia enquanto obstáculo ao exercício das Liberdades que enaltecem os humanos* desenvolvemos, a partir de estudos progressos e com a ajuda da categoria conceitual grega de *hybris*, uma extensão para o estudo da *pleonexia* preparando o terreno para o tema aqui proposto sobre Hipácia e o crime hediondo do qual foi vítima.

Na seção 5 intitulada *Considerações Finais* apresentamos os nossos comentários finais.

1.1 HIPÁCIA, A PAIDEIA E A PARRÉSIA GREGAS

Em seu ensaio intitulado *Ipazia*, Silvia Ronchey traz à baila testemunho de Sócrates Escolástico (380- data desconhecida) sobre a sábia e emblemática astrônoma e matemática em tela. Vejamos uma interessante citação:

Da educação helênica (*Paideia*) habituara-se a um autocontrole e a uma franqueza no falar (*parrésia*) que lhe permitiam afrontar face a face, com a mesma serenidade imperturbável, até mesmo os poderosos (SÓCRATES ESCOLÁSTICO *apud* RONCHEY, 2020, p. 29)⁸.

A propósito, Ronchey escreve que:

O estilo dos seus discursos era de tal modo franco a ponto de ser, segundo alguns, elegantemente insolente. Era frequentemente, a única mulher nas reuniões geralmente reservada aos homens, mas a companhia masculina não lhe deixava embaraçada nem lhe tornava menos ativa e lúcida na dialética (RONCHEY, 2010, p. 28)⁹.

⁸ Dall'educazione ellenica (*paideia*) le derivavano un autocontrollo e una franchezza nel parlare (*parrhesia*) che le permettevano di affrontare faccia a faccia, con la stessa imperturbabilità, anche i potenti (ESCOLASTICO, *apud* RONCHEY, 2010, p. 29).

⁹ Lo stile dei suoi discorsi era così franco da essere secondo alcuni elegantemente insolente. Era spesso la sola donna in riunione generalmente riservate agli uomini, ma la compagnia maschile non la metteva in imbarazzo né la rendeva meno impassibile e lucida nella dialettica (RONCHEY, 2010, p. 28).

Vejamos o que podemos já inferir a partir dos elementos aqui aportados para as nossas considerações. Situemos, pois o contexto e vejamos uma mulher intelectual refinada que imbuída da educação helênica, fala com franqueza, isto é, com liberdade de cátedra, sem que esta nossa inferência quanto à interpretação de *liberdade de cátedra* venha a se constituir em anacronismo (quando existe transporte arbitrário de conceitos de uma época a outra) a ponto mesmo de, em que pese a serenidade da intelectual mulher, ela passar a ser considerada pelos que a conheceram como *elegantemente insolente*.

Reputamos que os elementos até então trazidos para a nossa análise, já nos permitem, pelo menos, traçar um esboço de um quadro coerente.

Ora, atentemo-nos para o fato de que as reuniões em que Hipácia frequentava era quase sempre, senão sempre, destinadas a homens e que a despeito disso ela não se intimidava em ser a única mulher ali presente; a sua lucidez intelectual e a sua dialética não eram minimamente ameaçadas pela presença masculina e, digamos mais, sequer eram minimamente ameaçadas pela presença majoritária senão exclusivamente masculina, evidentemente, com a sua única exceção feminina.

Deste modo, é interessante confrontar, por um lado, tal atitude imbuída da educação helênica da *Paideia*, e da atitude afirmativa da *parrésia* constituída pela franqueza, pela autoconfiança e pela segurança austera de alguém que tem a coragem, e possivelmente o dever de falar a verdade, e por outro lado, com a passagem bíblica que se encontra na *Primeira Carta de São Paulo aos Coríntios*¹⁰ e que *manda que as mulheres se cale*. A propósito, a aludida passagem reza do seguinte teor:

Como acontece em todas as Igrejas dos santos, *estejam caladas as mulheres nas assembleias, pois não lhes é permitido tomar a palavra*. Devem ficar submissas, como diz também a Lei. Se desejam instruir-se sobre algum ponto, interroguem os maridos em casa; não é conveniente que uma mulher fale nas assembleias. Porventura, a palavra de Deus tem seu ponto de partida em vós? Ou fostes vós os únicos que a recebestes? (BÍBLIA DE JERUSALÉM, 1985, p. 2167-2168; as ênfases em itálicos foram acrescentadas por nós).

É evidente, com relação à famosa bibliotecária da Biblioteca de Alexandria, que enquanto as suas atitudes se orientam para a afirmação intelectual e para a *autonomia do pensamento* no contexto da *educação helênica da Paideia*, a recomendação bíblica encerrada pela passagem escolhida evoca no sentido da submissão das mulheres, pois a essas não lhes é permitido falar nas assembleias e se tiverem alguma dúvida que perguntem em privado a seus respectivos maridos, pois eles devem esclarecê-las.

Por outro lado, Sócrates Escolástico que é cristão não deixa de admirar Hipácia, que era uma pagã. Ele emite o seguinte e esclarecedor parecer sobre a sábia grega:

[...] não tinha medo de aparecer nas reuniões dos homens: pela sua extraordinária sabedoria, todos os homens lhes eram deferentes e a respeitavam, e de vez em quando, com espanto e temor reverencial (ROCHEY, 2010, p. 29; a tradução do italiano para o português é de nossa lavra; para confrontá-la o leitor dispõe do original disposto na nota de rodapé correspondente)¹¹.

Mais uma vez podemos constatar o imenso contraste que representa, por um lado, a figura de uma mulher que causa admiração pela sua sabedoria e, por outro, a prescrição bíblica

¹⁰ Escrita no ano 55 da Era Cristã.

¹¹ [...] non aveva paura di apparire alle riunioni degli uomini: per la sua straordinaria saggezza, tutti i maschi le erano deferenti e la guardavano, se mai, con stupore e timore reverenziale (RONCHEY, 2010, p. 29).

de que as mulheres devem necessariamente calar a boca e se tiverem alguma dúvida que procurem os seus respectivos maridos para lhes explicar.

Muito provavelmente, esse pano de fundo evoca o sentido da submissão das mulheres, formando assim uma base de justificativa para a perseguição e o assassinato de Hipátia. Ponto de grande importância a ser realçado aqui é a intimidação exemplar dirigida às mulheres para que obedecem aos mandamentos cristãos e, por conseguinte a advertência de que se não acatarem as ordens, então ficam sujeitas a sofrer punição severa. Muito provavelmente, o assassinato de Hipátia marca profundamente essa advertência, não obstante, a afirmação da inteligência feminina exibir com clareza e brilhantismo que o pensamento feminino nada tem a dever ao masculino.

1.2 ARTICULANDO CATEGORIAS EXPLICATIVAS

Vejam agora a nossa articulação entre as categorias e as questões que então podemos vislumbrar ao discuti-las aqui neste nosso trabalho.

De antemão, podemos dizer que já trouxemos a lume, até então, pelo menos duas ideias gregas da maior relevância quais sejam a *Paideia* e a *parrésia*.

No que diz respeito aos múltiplos e correlacionados significados que a palavra-conceito *Paideia* encerra, diremos que uma das suas mais relevantes propriedades é a *sua singularidade grega aliada à sua abrangente polissemia*, se o que quisermos é transportá-la e conectá-la para que venhamos a construir/desconstruir/reconstruir com outros significados e conceitos mais recentes e até mesmo os mais hodiernos. Para tal, vejamos o parecer de um estudioso penetrante do conceito:

Vejam a propósito o seguinte excerto de Werner Jaeger: “Ao empregar um termo grego para expressar uma coisa grega, quero dar a entender que esta coisa se contempla, não com os olhos do homem moderno, e sim com os do homem grego (JAEGER, 1957, Introdução, p. 2)”¹².

Esta é uma importante chamada para que não cometamos o pecado do anacronismo ao interpretarmos automaticamente termos conceituais de uma dada época e de uma dada cultura sem que intervenhamos com os devidos cuidados de transposição. Não que nos seja proibido fazê-lo e até mesmo que seja, até certo ponto, recomendável a procura de novas significações; no entanto, teremos que proceder com cuidado, guardando as devidas e convenientes proporções, pois as mesmas palavras mudam de significado ao longo do tempo e em contextos culturais distintos.

Continuemos com outro excerto de Jaeger que é a exata continuidade do excerto precedente; ele escreve:

É impossível reunir o emprego de expressões modernas tais como *civilização, cultura, tradição, literatura ou educação*. Porém nenhuma delas coincide com o que os gregos entendiam por *Paideia*. Cada um desses termos se reduz a expressar um aspecto daquele conceito geral, e para abarcar o campo de conjunto do conceito grego seria necessário empregá-los todos de uma só vez. No entanto, a verdadeira essência do estudo e das atividades do estudioso se baseia na unidade originária de todos estes aspectos -unidade expressa pela palavra grega- e não pela diversidade subtraída e completada pelas interpretações modernas (JAEGER, 1957, Introdução, p. 2)¹³.

¹² Al emplear un término griego para expresar una cosa griega, quiero dar a entender que esta cosa se contempla, no con los ojos del hombre moderno, sino con los del hombre griego (JAEGER, Introducción, p. 2).

¹³ Es imposible rehuir el empleo de expresiones modernas tales como civilización, cultura, tradición, literatura o educación. Pero ninguna de ellas coinciden realmente con lo que los griegos entendían por *Paideia*. Cada uno de estos términos se reduce a expresar un aspecto de aquel concepto general, y para abarcar el campo de conjunto del concepto griego sería necesario emplearlos todos a la vez. Sin embargo, la verdadera esencia del estudio y de las actividades del estudioso se basa en la unidad originaria de todos estos aspectos -unidad expresada por la palabra griega- y no en la diversidad subrayada y completada por los giros modernos (JAEGER, 1957, Introducción, p. 2)

Nos excertos que acabamos de incorporar ao nosso texto, Jaeger nos adverte, além do perigo do anacronismo, também do perigo de transformar um conceito que expressa uma *unidade*, para, a partir de então, proceder a uma repartição reducionista de seus possíveis aspectos em interpretações modernas que, deste modo, *violariam a essencial unidade do conceito original grego*.

Tudo isso nos parece levar a uma empreitada bastante complexa: a da inerente e essencial complexidade de até mesmo uma única palavra tal como nos advertiu Jorge Luis Borges (ver BORGES, 2017)¹⁴; e isso é ainda mais visível e transparente, ainda com maior razão, no caso em que aqui nos deparamos, com uma palavra que é ao mesmo tempo *una* e *diversa* e isso se interpretarmos a sua *unidade inerente* para a qual a sua diversidade só seria aceitável quando referida a essa unidade *essencial*.

No entanto, e diferentemente da posição de Jaeger, nada nos impede de considerar como legítima a diversidade de aspectos e interpretações modernas no sentido de confrontá-las com essa unidade essencial da palavra-conceito. Em outras palavras, há, a nosso ver, outras possibilidades, além daquela da radical expressa por Jaeger, e essa nova atitude metodológica seria tal que consistiria em proceder a partir da diversidade e da polissemia da palavra-conceito expressas modernamente, e que isso não seja algo que se dê necessariamente em detrimento de sua própria unidade.

Para discutirmos esse ponto de vista tomemos um exemplo.

Exemplo: A apologia da ditadura e sua eventual recusa pelo conceito de *Paideia*:

Recentemente, no nosso país, no presente ano de 2020, ouvimos e presenciamos, por parte de setores atrasados e reacionários, apologias da ditadura, do autoritarismo, do fechamento do parlamento e da mais alta corte de Justiça o STF (Supremo Tribunal Federal) entre outras barbaridades do gênero.

-Como podemos interpretar essa apologia da ditadura à luz da palavra-conceito grega de *Paideia*?

Antes de responder a esta pergunta, lembremos que que o conceito de *Paideia* é uno e comporta, tal como Jaeger expressa, os aspectos/acepções/campos/termos *civilização, cultura, tradição, literatura, educação* e, talvez, possivelmente outros mais¹⁵. No entanto, ele é, definitivamente, tanto *uno* quanto *plural* e pode, perfeitamente ser ressignificado, sem receio de que venhamos a cometer anacronismo.

Não resta a menor dúvida que uma tal apologia da ditadura pode, e achamos até mesmo, que deve ser interpretada à luz de tudo isso e de uma maneira tanto unitária quanto plural e sujeita a ressignificações. Vejamos como:

Ora, a apologia da ditadura é, de fato, uma *severa e gravíssima regressão civilizatória*, além de se constituir em *péssima tradição*; é, certamente, uma *enorme regressão cultural*; está ligada à historiografia sobre a *opressão*; e é *severamente lesiva a qualquer concepção aceitável de educação* na medida em que recusa programática e peremptoriamente a liberdade. Vemos, portanto que os cinco aspectos/acepções/campos/termos/concepções que redundam em um mesmo conceito unitário podem e devem confluír em uma análise coerente.

Vejamos a nossa linha de argumentação:

Para argumentarmos em prol da tese de que *a apologia da ditadura constitui severa e gravíssima regressão civilizatória* basta para tal que nos reportemos a eventos dos mais dramáticos e trágicos do século XX como o do extermínio em massa, dos campos de

¹⁴ He intentado, no sé con qué fortuna, la redacción de cuentos directos. No me atrevo a afirmar que son sencillos; no hay en la tierra una sola página, una sola palabra, que lo sea, ya que todas postulan el universo, cuyo más notorio atributo es la complejidad (BORGES, 2017, 4ª capa).

¹⁵ Tanto que há essa multiplicidade de aspectos/acepções, campos/termos/conceitos que, a partir da página 783 de seu livro, Jaeger desenvolve um longo capítulo intitulado *A Medicina grega considerada como Paideia*.

concentração, o ataque traumático do bombardeio realizado em Guernica acontecido no dia 26 de abril de 1937, evento este último que inspirou o quadro Guernica de Picasso, entre muitos outros.

A ditadura enquanto regime que não provê o pluralismo político nem o necessário balanço e o equilíbrio entre poderes que devem se manter em harmonia para que jamais venha a prevalecer a vontade soberana de apenas um só (o tirano, o déspota, enfim o ditador) ou mesmo o poder de uma camarilha de tiranos, constitui-se em algo que é decididamente recusado por um consenso civilizatório já amplo.

Historicamente, a tirania se tomamos como exemplo os regimes absolutistas que antecederam às revoluções burguesas, pelo menos para as pessoas minimamente sensatas do mundo, que tal concentração exorbitante de poder leva inevitavelmente ao arbítrio cego pleno de severas perversidades e conseqüentemente, leva ao sofrimento atroz de grandes contingentes de pessoas.

Claro está que os indivíduos dissidentes deste consenso são pessoas distantes da Paideia grega pelo fato de também recusarem programaticamente nas demais pessoas o exercício das mais altas faculdades do espírito humano; conseqüentemente, nós podemos asseverar, com todas as letras, que esses apologistas do autoritarismo que defendem ditaduras estão na contramão da Paideia. Não é possível conceber alguém hoje em dia dotado, no sentido lato, da educação grega da Paideia e ao mesmo tempo conceber que esse mesmo indivíduo faça apologia de tiranias, na medida em que as tiranias significam, definitivamente, tanto deseducação gravíssima quanto atentado exacerbado à dignidade humana.

Nos tempos mais atuais, inclusive a mera separação à la Montesquieu^{16,17} entre os poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, já não é mais suficiente para explicar o que seja a Democracia, pois aparecem poderes poderosíssimos e "ocultos" como o das Grandes Corporações e o da Grande Imprensa, sendo o poder desta última, em larga medida, dependente do poder das primeiras. Essas Grandes Corporações perturbam sobremaneira o instável e delicado equilíbrio democrático sempre, ou quase sempre, em prol dos mais poderosos. Tudo isso contribui para colocar em questão, até mesmo, o conceito de democracia representativa.

Bem entendido, a divisão e a harmonia à la Montesquieu entre os três poderes da república devem ser mantidas e aprimoradas, mas deveremos estar atentos para que jamais venham a retroagir na direção da tirania.

Seguindo a mesma linha de pensamento podemos asseverar, com todas as letras, que quaisquer apologias à ditadura significam, além de severa regressão civilizatória, também severa regressão das boas tradições, da cultura e da educação pois quaisquer negações à autonomia e às altas faculdades do espírito humano são igualmente também severas restrições à *Paideia*. Basta que nos lembremos que aqueles que pregam e fazem apologia das ditaduras baseiam-se nas mentiras à exaustão a fim de que venham a se constituir em "verdades", o que por si só já é definitivamente recusável, quaisquer que sejam os aspectos/acepções/campos/termos que venhamos a considerar.

E é justamente pela recusa peremptória à mentira dita à exaustão para que esta venha a parecer verdade, é que podemos definitivamente unir todos os possíveis

¹⁶ Há em cada Estado, três espécies de poderes: o poder legislativo, o poder executivo das coisas que dependem do direito das gentes, e o executivo das que dependem do direito civil. Pelo primeiro, o príncipe ou magistrado faz leis por certo tempo ou para sempre e corrige ou ab-roga as que estão feitas. Pelo segundo, faz a paz ou a guerra, envia ou recebe embaixadas, estabelece a segurança, previne as invasões. Pelo terceiro, pune os crimes ou julga as querelas dos indivíduos. (MONTESQUIEU, 1973 Livro XI, Cap. 6, p. 156-157)

¹⁷ Tudo estaria perdido se o mesmo homem ou o mesmo corpo dos principais, ou dos nobres, ou do povo, exercesse esses três poderes: o de fazer leis, o de executar as resoluções públicas e o de julgar os crimes ou as divergências dos indivíduos (MONTESQUIEU, 1973, Livro XI, Cap. 6. p. 157)

aspectos/acepções/campos/termos que tornam a *Paideia* uma palavra-conceito pertencente a uma unidade que singulariza o pensamento grego, mas, ao mesmo tempo permite reconstruções e ressignificações para outros contextos. Em outras palavras, isso quer dizer que o fato de sermos tributários de uma tradição que expressa uma unidade na diversidade, não permita outras ressignificações enriquecedoras de um conceito dinâmico que nos ensaje a construir outras formas de unidades e diversidades.

Curiosamente e epistemologicamente é também esta recusa peremptória que aproxima a palavra-conceito *Paideia* da palavra conceito *Parrésia*. A *parrésia*, lembremo-nos, pois da atitude de Hipátia, é a franqueza de dizer a verdade, é o compromisso ético com a verdade, é a liberdade de cátedra em toda a sua plenitude e expressão, liberdade essa que requer autonomia intelectual.

Deste modo, tudo leva a crer que essas categorias conceituais conversam entre si e tudo nos aponta que é na articulação delas que teremos mais elementos para tecer as nossas articulações e a produção de novos significados.

1.3 DA POSSÍVEL CONVERSA E DO POSSÍVEL CONFRONTO ENTRE CATEGORIAS CONCEITUAIS

Do que discutimos na seção precedente, conseguimos evidenciar, em alguma medida, que a recusa decisiva e peremptória à mentira e ao falso se constitui em elemento tanto comum à *Paideia* quanto à *parrésia* o que nos leva a crer que tais categorias conceituais ou conversam entre si ou se, para alguns, ainda não conversam entre si, faz-se então necessário que envidemos esforços para que venhamos a tecer elementos que levem às suas possíveis relações. Deste modo, poderemos contribuir para que nos tornemos aptos para atribuir significados a fim de que tais importantes categorias conceituais venham a conversar entre si.

Além do parecer de Sócrates Escolástico que sugere senão uma aproximação conceitual entre a *Paideia* e a *parrésia*, mas, pelo menos e decididamente, uma conexão aditiva e coerente entre ambas, vejamos a expressão aparentemente inocente, mas a nosso ver, muitíssimo significativa que pode emergir quando se fala de Hipácia como alguém *elegantemente insolente*, tal como foi a expressão que Silvia Roche se referiu a Hipácia em citação exibida pregressamente.

-Ora, o que significa alguém ser *elegantemente insolente*?

E conectada com a esta questão, poderemos formular outras duas que em certa medida lhe são complementares para a compreensão daquilo que desejamos.

- Por que a *elegância* poderia se constituir em algo insolente?

-Em que medida a insolência poderia ser *elegante*?

Sem meias palavras e indo direto ao ponto que temos em mente, podemos asseverar que uma resposta razoável a tais perguntas terá que passar, muito provavelmente, pela palavra-conceito de *hybris* que quase inevitavelmente leva a interpretações possíveis como *falta da justa medida das coisas, exacerbação de si próprio, arrogância*, bem como outras interpretações correlacionadas como qual deva ser a *postura mais adequada para si*, e, complementarmente, *como os demais veem alguém que se afirma enquanto um ser autônomo e independente*.

O ciúme e a inveja definitivamente existem. O ciúme não é necessariamente rancoroso, mas a inveja, certamente o é; a inveja, é sempre carregada de uma certa dose de raiva.

Não raro, ouvimos alguém se referir ao discurso de outrem até mesmo elogiosamente, mas também com a emissão de um adendo restritivo segundo o qual "*ele/ela fala bem, mas tem um tom um pouco arrogante como se falasse para imbecis*".

Tudo isso tem, inevitavelmente ou quase inevitavelmente, uma boa parcela de subjetividade; no entanto, se um grande número de pessoas emite o mesmo parecer, então essa intersubjetividade passa a dar lugar a uma objetividade conseguida mediante consenso amplo.

Uma questão que neste contexto se apresenta é concretamente a seguinte:

-Será que a postura *elegantemente insolente* de Hipácia poderia explicar a terrível misoginia que a levou a ser vítima de hediondo feminicídio?

Ora, a insolência é uma percepção subjetiva de seus detratores e não uma propriedade da afirmação serena de quem domina o assunto que expõe.

-Que catastrófica *hybris* seria essa que movida por exacerbada ira poderia cometer tal iniquidade?

É conveniente aqui observar que a postura *elegantemente insolente* de Hipácia se inscreve em ambas, na *Paideia* e na *parrésia* gregas, mas não em qualquer *hybris* por parte dela. Muito pelo contrário, é ela quem sofre a *hybris* daqueles ofendidos pela sua *elegância insolente* e é ela quem é a vítima dessa hediondez que levou ao seu crudelíssimo assassinato. É fundamental que ressaltemos isso com todas as letras, pois os invejosos poderiam argumentar que somente fizeram repreender aquela que usava insultá-los^{18,19} com a sua postura *elegantemente insolente*. Temos que ter isso em mente, pois muitas atrocidades foram cometidas com argumentos do gênero que somente fazem legitimar algo não legitimável como uma violência hedionda.

No relato de Bertrand Russell (ver RUSSELL, 1993) havia na Alexandria do começo do século V três comunidades culturais que eram a cristã, a grega pagã e a judia. O patriarca de Alexandria Cirilo que depois veio a se tornar santo da Igreja Católica, era o mais destacado líder da comunidade cristã daquela cidade.

-Numa situação do gênero o que significava uma mulher de grande beleza, sábia e culta e além do mais exibindo nas suas serenas exposições algo como uma postura *elegantemente insolente*?

Se às mulheres, tal como reza a Primeira Carta de São Paulo aos Coríntios, a recomendação é a de que devam permanecer taciturnas e discretas nas assembleias, é de se supor que tal grau de audácia, ao se manifestar como oradora brilhante, tenha despertado a *hybris* dos invejosos que se julgavam ser superiores a ela, simplesmente porque eram figuras masculinas. A *hybris*, interpretada como arrogância daqueles que tem de si um juízo muito mais alto daquilo que realmente mereceriam e, ao mesmo tempo tem dos demais, principalmente das mulheres, um juízo de preconcebida desvalorização dessas, não deixa de ser uma explicação razoável e que envolve mais uma categoria conceitual aqui nesta nossa análise.

Junte-se a tudo isso o contexto de competições por hegemonia cultural, competições essas que, certamente, exacerbavam sobremaneira os ânimos.

A *hybris* enquanto desmedida daquilo que seria razoável proceder, também evoca outras categorias conceituais de lavra grega as quais, ainda que sendo singularmente gregas, não deixam também, apenas por isso, de ser universais. Alternativamente dito, ainda que a racionalidade grega seja singular, a razão no sentido amplo da racionalidade pertence tanto a gregos como a não gregos.

A *hybris* também remete para outra categoria como a *pleonexia*.

A propósito, vejamos o seguinte excerto:

A pior ofensa contra os deuses é não "pensar humanamente" e aspirar ao mais alto. A ideia da *hybris*, concebida originalmente de um modo perfeitamente concreto em sua

¹⁸ Este ponto é especialmente importante pois muitos estupradores alegam, como pretensa justificativa de seus atos hediondos, que foram provocados pois as suas respectivas vítimas se apresentavam demasiadamente atraentes sedutoras a ponto de não lhes "restar alternativas" senão a do cometimento de seus crimes hediondos no sentido de violá-las. Invertem aí a causa da culpabilidade ao atribuir culpa justamente às suas vítimas.

¹⁹ Uma tal inversão de culpabilidade que consiste em tornar as vítimas culpadas e absolver os criminosos é abordada magistralmente no capítulo de Domenico Losurdo com muitos exemplos históricos principalmente aquele exemplo atribuído a uma interpretação do gênero do historiador Edgar Quinet que culpa o islamismo pelo genocídio praticado pelos colonizadores espanhóis.

oposição à *diké*, e limitada à esfera terrestre do direito, se estende, de pronto, à esfera religiosa. Compreende agora a *pleonexia* do homem frente à divindade. Este novo conceito da *hybris* se converte na expressão clássica do sentimento religioso no tempo dos tiranos. Esta é a significação com que a palavra passou à nossa linguagem. Esta concepção, junto com a ideia da inveja dos deuses determinou do modo mais vigoroso durante um grande espaço de tempo as representações essenciais nas mais amplas esferas da religiosidade grega. A fortuna dos mortais é mutável como os dias. Não deve, portanto, aspirar ao mais alto (JAEGER, 1957, p. 166)²⁰.

Dediquemo-nos a interpretar o excerto acima pois ele contém elementos muito instrutivos para o nosso exercício de articulação com o fito de prover produção de significados que podem nos levar a um todo exibindo coerência.

Ora, se a pior ofensa contra os deuses seria a de não pensar humanamente no sentido de não saber o seu lugar, ou em termos menos sóbrios, no sentido de pensar sobre si próprio como sendo maior do que se é, então poderíamos conjecturar, à luz do preceito contido na Primeira Carta de São Paulo aos Coríntios que manda que as mulheres se calem nas assembleias, que uma mulher grega, bela e brilhante falando com uma postura de grande afirmação intelectual seria para os cristãos uma arrogância insuportável, tal como *mutatis mutandis* seria para os gregos a atitude de arrogância humana perante os deuses expressa pela falta de ciência das suas próprias limitações humanas que constituiriam em aspirar acima daquilo que lhe é permitido aspirar.

Aqui é necessário enfatizar uma diferença essencial e para tal vamos nos valer da Mitologia Grega. No retorno da Guerra de Tróia e já em direção a Ítaca para se encontrar com a sua bela Penélope, Odisseu desafia *Posseidon*, o deus dos oceanos. Comete, pois o grave pecado da exacerbação da *justa medida*, ou seja, comete a *hybris* contra a divindade, e por isso é punido por *Posseidon* que lhe impõe enormes desafios que devem ser superados antes de que ele possa retornar a Ítaca para assumir o seu reino e se encontrar com a sua amada Penélope a qual, àquela altura, já se encontrava severamente assediada pelos vários pretendentes à sua mão, encantados que estavam com a sua exuberante beleza. A Odisseia constituía, portanto, na superação dos desafios o que foi conseguido mediante esforço hercúleo. Odisseu teve que pagar caríssimo pela sua *hybris* contra *Posseidon*. Conseguiu vencer os desafios e enfim rever a sua amada Penélope.

No caso de Hipátia, sua *insolente elegância* não constitui *hybris* e sim postura autoconfiante e serena de quem lida com a verdade como requerem a *paideia* e a *parrésia* gregas. A *hybris* é praticada por aqueles que sofrem de inveja em relação a Hipátia e, por isso, tramam e cometem o seu cruelíssimo assassinato.

Em outras palavras, a *elegante insolência* de Hipátia para os cristãos, notadamente para os cristãos fanáticos encabeçados por Pedro o Leitor²¹ supostamente por incitação de Cirilo, seria o motivo, ou pelo menos algum dos motivos para o desencadeamento do hediondo, hoje

²⁰ La peor ofensa contra los dioses es no "pensar humanamente" y aspirar a lo más alto. La idea de la *hybris*, concebida originalmente de un modo perfectamente concreto en su oposición a la *diké*, y limitada a la esfera terrestre del derecho, se extiende, de pronto, a la esfera religiosa. Comprende ahora la *pleonexia* del hombre frente a la divinidad. Este nuevo concepto de la *hybris* se convierte en la expresión clásica del sentimiento religioso en el tiempo de los tiranos. Ésta es la significación con que la palabra pasó a nuestro lenguaje. Esta concepción, junto con la idea de la envidia de los dioses, ha determinado del modo más vigoroso durante largo tiempo las representaciones esenciales en las más amplias esferas de la religión griega. La fortuna de los mortales es mutable como los días. No debe, por tanto, el hombre aspirar a lo más alto (JAEGER, 1957, p. 166).

²¹ La pensée chrétienne devint hostile au savoir traditionnel car elle l'identifiait avec le paganisme que les chrétiens avaient entrepris de détruire. Une partie de la Bibliothèque d'Alexandrie fut détruite vers l'année 390 par l'évêque Théophile, et général l'ignorance fut exaltée comme une vertu. Quand le christianisme devint la religion du peuple, cette attitude se fit plus brutale. Nous en avons un exemple en 415 quand Hypatie, le dernier mathématicien d'Alexandrie, fille de l'astronome Théon, fut assassinée avec une cruauté révoltante par une foule chrétienne qui, selon l'opinion commune, agit à l'instigation du patriarche Cyrille (DAMPIER, 1951, p. 101).

diríamos, feminicídio de Hipácia. E para justificar o injustificável, eles teriam se baseado na recomendação de que as mulheres devem ficar caladas nas assembleias, pois se assim elas não o fizerem -impõe deste modo o perverso establishment-, que sofram as consequências por mais terríveis que elas sejam. E como se tratava de um contexto hegemônico em prol dos cristãos, então que tudo isso seria justificado como exemplo de severa advertência para as mulheres.

O excerto ora analisado ainda permite várias outras articulações e possibilidades. Jaeger argumenta que há uma extensão da *hybris* do domínio terrestre no que concerne à sua oposição à *diké* (direito) para o domínio religioso. A *hybris* nesse caso compreende também a *pleonexia* do homem frente à divindade.

O conceito de *pleonexia*, interpretado como uma *exacerbação do tudo para si e nada ou quase nada para o outro* foi estudado em vários contextos e acepções. Contudo, todos eles, tanto quanto podemos conceber, exibem um núcleo duro que forma uma unidade comum indissolúvel (ver MONTEIRO et al., 2006; AYRES; BASTOS FILHO, 2009).

Dois pontos ainda nos parecem merecer atenção no que concerne ao excerto analisado. Um deles é o da inveja dos deuses. Se a *hybris* humana desperta inveja aos deuses, a *elegante insolência* de uma bela e sábia mulher também desperta a *hybris* humana aqui consubstanciada pela inveja dirigida contra as mulheres brilhantes que desobedeceriam ao preceito de que deveriam permanecer caladas nas assembleias. O outro ponto é relativo ao preceito a ser observado segundo o qual a fortuna dos humanos é mutável como os dias e que os homens devem saber o seu lugar no mundo. Este segundo ponto tem consequências para a Educação Ambiental e para a própria inserção harmoniosa de si próprio no ambiente do qual é também constituinte.

Passemos agora a tecer algumas considerações sobre o conceito de *pleonexia*.

1.4 A PLEONEXIA COMO OBSTÁCULO AO EXERCÍCIO DAS LIBERDADES QUE ENALTECEM OS HUMANOS

Em trabalho progressivo, Ayres e Bastos Filho (2009) estudaram o combate à *pleonexia*, como a luta contra a exacerbação da atitude de querer tudo para si em detrimento inclusive daquilo que pertence por direito aos demais.

Por outro lado, também estudaram a tese de Sen (ver SEN, 1999; 2000) do desenvolvimento enquanto exercício das liberdades, liberdades essas que enaltecem o espírito humano.

As liberdades, chamadas de positivas, isto é, aquelas liberdades que enaltecem o espírito humano como as dotadas de *solidariedade, alteridade, compaixão, isonomia, cooperação e competição leal e não predatória*²² são, de fato, somente possíveis de ser exercitadas se forem compatibilizadas com o combate decisivo e rigoroso contra a *pleonexia*.

Deste modo, argumentou-se ao longo do trabalho, que a tese de Amartya Sen e a tese do combate incessante e vigoroso contra a *pleonexia* são teses convergentes.

Segundo a tese de Amartya Sen, o desenvolvimento²³ de países, sociedades e comunidades mais específicas somente se configurará em genuíno desenvolvimento se e

²² Poder-se-ia achar estranho que na lista exibida no texto central se encontre a expressão *competição leal e não predatória*. Expliquemos o porquê de incluí-la. Ora, nas atitudes e comportamentos humanos há inevitavelmente propensões cooperativas como também há as propensões competitivas. As propensões competitivas quando leais e respeitando o princípio segundo o qual uma sociedade saudável deve implementar e manter políticas públicas que favoreçam os mais vulneráveis (crianças, idosos, portadores de doenças graves etc.) são, em princípio, bem-vindas. O que se condena é a inclusão de competições desleais e predatórias as quais aqui aproximamos tanto da *pleonexia* (avareza, egoísmo extremo, desprezo pelo outro etc.) quanto da *hybris* (enaltecer-se a si próprio em detrimento dos demais).

²³ Estamos nos referimos a *desenvolvimento genuíno* que é algo que não pode nem deve ser reduzido a *mero crescimento econômico*. Desenvolvimento quando genuíno se atém simultaneamente à *eficiência econômica*, à *equidade social* e ao *respeito ao meio ambiente*.

somente se os exercícios de liberdades das pessoas que constituem quaisquer desses agrupamentos humanos, sejam, eles próprios, dotados tanto de *meios* quanto de *fins nobres e elevados*.

Em outras palavras, se pensarmos em desenvolvimento que seja genuinamente um desenvolvimento a pleno título, então o exercício das liberdades para alcançá-lo constitui-se, a um só tempo, tanto *finalidade* quanto *meio* do próprio desenvolvimento. Ainda em outras palavras, se os meios não são lícitos e generosos, dificilmente, senão impossivelmente, as finalidades assim o serão.

Nenhum fim (finalidade, causa final aristotélica), por mais elevada ética e moralmente que seja, pode permitir, a quem quer que seja, que venha a lançar mão de meios escusos. Admitindo-se meios escusos, então inevitavelmente desvirtuam-se os fins por mais elevados que sejam. Quando os pressupostos combatentes contra a corrupção usam de expedientes que violam a lei, então os fins são inevitavelmente degradados. *Somente meios lícitos e generosos são legítimos para que alcancemos fins elevados ética e moralmente, e se os meios não forem lícitos e éticos, jamais os fins assim o serão.*

O capítulo escrito por Monteiro et al. (2006), dedica-se a uma extensa abordagem de muitas das acepções convergentes do conceito de pleonexia e no contexto do presente trabalho nos ateremos a algumas delas remetendo o leitor a um aprofundamento do tema se assim for de seu interesse.

Vejamus como Aristóteles em sua *Ética* se pronunciou acerca do que seja o homem justo:

O homem injusto parece ser aquele que age contra a lei, como também o que quer possuir o que não lhe é devido ou mais do que lhe é devido, e inclusive às expensas de outro. E assim é evidente que o justo será aquele que age em conformidade às leis e que observa a equidade (ARISTÓTELES, 1964, *Ética a Nicômaco*, Livro V, Cap. 1, p. 1226-1227)²⁴.

Podemos notar que a conceituação de Aristóteles acerca do que seja um homem justo e do que seja um homem injusto se apresenta em conformidade com o que se refere Rawls que atribui à Justiça o afastamento da *pleonexia* no sentido de sua recusa peremptória, ou seja, na recusa definitiva à *pleonexia*. A propósito, Rawls assim se manifestou:

O sentido mais específico que Aristóteles dá à Justiça, e do qual deriva a formulação mais familiar, é o de abster-se da pleonexia, isto é, de obter alguma vantagem para si mesmo ao tomar o que pertence a outro, sua propriedade, sua recompensa, seu cargo, ou similares, ou negando a uma pessoa o que lhe é devido, o cumprimento de uma promessa, o pagamento de uma dívida, a demonstração de respeito mais adequado e assim por diante (RAWLS, 2003, p. 9)²⁵.

Na mesma direção e concordando com Rawls, vejamos Vaca que escreveu:

John Rawls observou que há um sentido no qual Aristóteles parece dar à Justiça, um sentido do qual deriva uma boa parte das formulações deste texto clássico, que é aquele que consiste em evitar a pleonexia: isto é, das pessoas que se atribuem

²⁴ El hombre injusto parece ser aquel que obra contra la ley, como también aquel que quiere poseer lo que no se le debe o más de lo que se le debe, e incluso a expensas de otro. Y así es evidente que el justo será el que se conforma a las leyes y que observa la equidad (ARISTÓTELES, 1964, *Ética Nicomaquea*, Livro V, Cap. 1, p. 1226-1227).

²⁵ The more specific sense that Aristotle gives to Justice, and from which the most familiar formulation derive, is that of refraining from pleonexia, that is, from gaining some advantage for oneself by seizing what belongs to another, his property, his reward, his office, and the like, or by denying a person that which is due to him, the fulfilling of a promise, the repayment of a debt, the showing of proper respect, and so on (RAWLS, 2003, p. 9).

vantagens em relação às outras ao se apropriarem mais do que lhes é devido ou recusando aos outros o que lhes é devido (VECA, 2001, p. 262)²⁶.

À esta altura de nosso discurso, é importante trazer à tona uma breve discussão sobre os princípios éticos rigorosos que sejam capazes de reger e orientar uma prática justa, ou seja, uma prática que se constitua em uma autêntica e genuína moral.

Em seu livro intitulado *Fundamentação da Metafísica dos Costumes*, Immanuel Kant (ver Kant, 1960) distinguiu, de um lado, uma boa ação movida por *inclinação egoísta* e, de outro lado, uma boa ação para a qual a única inclinação é o inabalável *dever moral* de praticá-la em qualquer que seja a situação.

Kant traz à tona o exemplo de um comerciante que vende algo a uma criança pelo preço justo²⁷ e que assim procede, apenas e tão somente, por *inclinação egoísta*, pois se praticasse a enganação poderia ser descoberto e assim ver a sua reputação de honestidade ruir perante a comunidade. Kant argumenta que este comerciante, apenas e simplesmente por isso, não necessariamente faz uma ação dotada de autêntico dever moral. Em outras palavras a pressuposta honestidade de um tal comerciante não é genuína na medida em que advém apenas por conveniência a fim de não prejudicar a sua imagem perante a comunidade e não por estrito e rigoroso dever moral de praticar apenas o bem.

Continuando a sua linha de raciocínio, Kant argumenta que tal comerciante pode não ter cometido tal enganação, não tanto pelos seus princípios interiores cuja voz no seu âmago lhe ordenaria de maneira imperativa para não o fazer jamais, e sim por uma *inclinação egoísta* a fim de preservar o seu nome e não cair na boca do povo; se viesse a cometer tal delito, poderia receber a fama de enganador de criancinhas e de comerciante desonesto.

Segundo Kant, se alguém pratica o bem apenas para não ter o perigo de eventualmente ser punido ou levar má fama, então essa pessoa não age por *autêntico e genuíno dever moral* e sim por *inclinação egoísta*.

Somente pratica o bem por dever moral autêntico e genuíno, apenas aquele que caso não haja nenhuma possibilidade de ser flagrado em delito e sem ser movido por qualquer medo, pratica o bem apenas movido pelo dever de fazer o bem em qualquer circunstância que seja. Somente assim a sua ação será dotada de autêntico valor moral.

Vejamos uma citação instrutiva a respeito, quando Kant se refere a um desgraçado que não tendo mais esperança de obter alguma coisa boa para si próprio, mas se tiver a oportunidade de fazer o bem a alguém, assim o fará, pois independentemente das severas agruras de que padece, a única coisa que rege as suas ações é o autêntico dever moral de fazer o bem em qualquer que seja a situação:

Admitindo que o ânimo desse filantropo estivesse velado pelo desgosto pessoal que apaga toda a compaixão pela sorte alheia, e que ele continuasse a ter a possibilidade de fazer bem aos desgraçados, mas que a desgraça alheia o não tocava porque estava bastante ocupado com a sua própria; se agora, que nenhuma inclinação o estimula já, ele se arrancasse a esta mortal insensibilidade e praticasse a ação sem qualquer inclinação, simplesmente por dever, só então é que ela teria o autêntico valor moral (KANT, 1960, p. 22-23).

²⁶ John Rawls a observé que s'il existe un sens spécifique qu'Aristote semble donner à la justice, un sens duquel dérive une bonne partie des formulations de ce texte classique, c'est celui qui consiste à éviter la pleonexia: c'est à dire que des personnes se confèrent des avantages par rapport à d'autres, en s'appropriant plus qu'il ne leur est dû ou refusant à d'autres ce qui leur est dû (VECA, 2001, p. 262).

²⁷ Ou acordado consensualmente como tal.

E mais adiante, tudo isso será reiterado ao escrever: “Ora ser verdadeiro por dever é uma coisa totalmente diferente de sê-lo por medo das consequências prejudiciais (KANT, 1960,p. 29)”.

Não é difícil se concluir que esta ética kantiana assim tão rigorosa que parece inviável em um mundo real de propensões de todas as ordens, está claramente na contramão da *pleonexia* e da *hybris*. Os elementos até então trazidos para as nossas considerações já nos parecem suficientes para que venhamos a traçar um esboço que apresente coerência e responder com mais elementos o exemplo de Hipátia.

Partamos, pois para as nossas considerações finais.

2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Agora vejamos todo o discurso aqui exposto em conjunto e tornemo-lo unitário no sentido em que todos esses aspectos aqui levantados conversem para responder sobre aviolência humana, a capacidade humana de fazer o mal, se bem que também, existem propensões para o bem. Não queremos nem acreditamos em maniqueísmos que dizem que '*aliestão os maus e aqui entre nós estão os bons*'. O bem e o mal atravessam de maneira emaranhada o coração de cada pessoa que, isolada ou em conjunto com as demais pessoas, tanto pode praticar ações extraordinariamente generosas quanto atos caracterizados por exacerbada crueldade e hediondez.

Como enfim propor uma teoria geral para explicar toda e qualquer violência, atrocidade e hediondez? Uma tal teoria existe? Poderia ela de maneira coerente existir e se constituir em explicação para qualquer que seja o caso? Não sabemos sequer qual seja a resposta, mas desconfiamos seriamente que a resposta seja negativa e nem teríamos pretensão tão vasta; muito provavelmente uma tal teoria seria muito pobre para atender a um espectro de tamanha abrangência. Muitos são os possíveis vieses teóricos como aqueles que focam o fenômeno da *sociopatia*, da *psicopatia*, da luta de classes, da divisão social do trabalho e de uma combinação de várias dessas dimensões.

O nosso propósito neste ensaio foi bem mais modesto e limitado. Efetivamente nos propusemos a pensar -um tanto quanto livremente- se o evento singular que constituiu o hediondo assassinado de Hipácia, evento esse ocorrido em tempos históricos remotos de mais de um milênio e meio, ainda pode nos oferecer subsídios que nos esclareçam sobre a persistente exclusão das mulheres na ciência e em especial sobre casos mais graves de violência como o sofrido por Hipácia.

Desde há muito tempo, e ainda hoje, sabemos que as formas de discriminação histórica contra a mulher, inclusive aquelas que constituem sérios obstáculos para participação da mulher a pleno título tanto na academia em geral, quanto na ciência propriamente dita, quanto ainda nos postos de liderança, mesmo nos casos que se dão em situações aparentemente bem mais suaves, subliminares, implícitas ou explícitas em comparação com o do caso de Hipácia, **não** deixam de ser muito graves e nem por isso deixam de significar violência e exclusão hediondas.

Tudo isso justifica plenamente a luta tenaz, salutar e necessária em prol da afirmação intelectual, política e integral da mulher enquanto ser que compartilha com suas contrapartes masculinas um mundo melhor e mais justo. É necessário enfatizar aqui, com todas as letras, que pelo menos desde o século V da era cristã, a inteligência e o brilhantismo das mulheres não se distinguiam daqueles dos homens, mas que era necessário, por interesses da hegemonia cristã, ocultar e repreender severamente qualquer manifestação de autonomia intelectual destas. Para o nosso estudo aqui, e inspirados pela sugestão de Silvia Ronchey segundo a qual poderíamos perguntar como os demais reagiriam perante alguém que se apresentasse com a postura cultural de *elegante insolência*, que é natural a quem é educado com especial brilhantismo no contexto

da *Paideia* e da *parrésia* gregas, e a partir de então nos propusemos a oferecer especulativamente algumas possibilidades.

Como a reação extrema se deu a partir de um grupo de pessoas pertencentes a um crescente cristianismo que pretendia se tornar hegemônico diante de um Império Romano em queda, então ocorreu esse grave confronto com a tradição grega pagã. Deste modo, para explicar o singular extremismo e a hediondez que culminaram no assassinato de Hipácia com requintes de crueldade é que trouxemos à baila a categoria de *hybris* juntamente com a categoria de *pleonexia* como ajuda para formar um quadro compreensivo que pudesse, de alguma maneira, dar conta do triste evento.

A singularidade da *Paideia* grega, tal como apontada por Jaeger, nos leva ao desafio do cometimento do anacronismo na nossa empresa de interpretá-la em outros contextos, bem como de eventualmente não respeitar a sua unicidade como conceito singular grego. No entanto, argumentamos em prol de outras possibilidades como a de interpretá-la tanto como *una* quanto como *diversa*, em complementaridade e contraponto uma com relação a outra, pois a adoção de uma tal metodologia poderia ser potencialmente esclarecedora para os nossos propósitos. Todos esses conceitos de lavra grega, revelam aspectos da humanidade, quer ela seja grega ou não, e podem, guardados os cuidados e proporções devidos, atender a um espectro mais amplo e em certa maneira até mesmo intemporal. Enfim, tal estudo nos levou à conclusão de que os fenômenos da violência, e em especial da violência persistente contra a mulher, seja ela na forma aparentemente *soft*²⁸ ou na forma *hard* como no caso de Hipátia, podem, ambas, ser parcialmente compreendidas de uma maneira coerente, embora eternamente recorrente à luz dessas categoriais das quais fizemos uso enquanto conjecturas explicativas, mantendo-nos, contudo, abertos a outras explicações complementares ou mesmo em essencial tensão com aquelas que aqui oferecemos. E aqui encerramos o nosso ensaio.

REFERÊNCIAS

- ARISTOTELES (Edição espanhola das obras completas de Aristóteles; tradução do grego, estudo preliminar, preâmbulos e notas por Francisco Samaranch). Madrid: Aguillar, 1964.
- AYRES, F. G. S.; BASTOS FILHO, J. B. O Exercício das Liberdades, o Combate à Pleonexia, e a Educação Ambiental. **Gaia Scientia**, v. 3, n. 1, p. 29-34, 2009.
- BÍBLIA DE JERUSALÉM. **Primeira Epístola aos Coríntios**. São Paulo: Edições Paulinas, 1985, p. 2147- 2172.
- BORGES, J. L. **Cuentos Completos Del Bolsillo**. Bogotá, 2ª reimpressão, 2017.
- DAMPIER, W. **Histoire de la Science et de ses Rapports avec la Philosophie et la Religion**, tradução de René Sudre, Paris: Payot, 1951.
- FILME *Ágora de Alexandria* (Ver https://www.youtube.com/watch?v=ZIWRFY3X_RU).
- FOUCAULT, M. 1ª Conferência: O Significado da Palavra *Parrhesia*. **Prometeus, Filosofia em Revista**, Universidade Federal de Sergipe, ano 6, nº13, edição especial, 2013.
- FOUCAULT, M. 2ª Conferência: *Parrhesia* nas Tragédias de Eurípidés. **Prometeus, Filosofia em Revista**, Universidade Federal de Sergipe, ano 6, nº13, edição especial, 2013.
- FOUCAULT, M. 3ª Conferência: *Parrhesia* e a Crise das Instituições Democráticas. **Prometeus, Filosofia em Revista**, Universidade Federal de Sergipe, ano 6, nº13, edição especial, 2013.
- FOUCAULT, M. 4ª Conferência: A Prática da *Parrhesia*. **Prometeus, Filosofia em Revista**, Universidade Federal de Sergipe, ano 6, nº13, edição especial, 2013.

²⁸ Consideramos que nenhuma forma de violência pode ser considerada *soft*, razão pela qual utilizamos a expressão 'aparentemente soft'.

- FOUCAULT, M. 5ª Conferência: Técnicas de *Parrhesia*. **Prometeus, Filosofia em Revista**, Universidade Federal de Sergipe, ano 6, nº13, edição especial, 2013.
- FOUCAULT, M. 6ª Conferência: Observações Finais. **Prometeus, Filosofia em Revista**, Universidade Federal de Sergipe, ano 6, n. 13, edição especial, 2013.
- HOUAISS. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva. 2009
- JAEGER, W. **Paideia**: los ideales de la cultura griega. México: Fondo de Cultura Económica [tradução do espanhol do original em alemão Paideia, die Formung des grieschischen Menschen, 1957].
- LOSURDO, D. Consciência de si, falsa consciência, autocrítica do Ocidente. In: BUHR, M.; CHITAS, E. (Org.). **O Patrimônio Espiritual da Europa**. Istituto Italiano per gli Studi Filosofici. Lisboa: Edições Cosmos, 1999, p. 271-306.
- MONTEIRO, J. A. M.; AYRES, F. G. S.; BARROS, J. G.; SILVA, R. M. S. R.; TONHOLO, J.; BASTOS FILHO, J. B., Pleonexia enquanto Obstáculo ao Desenvolvimento. In: LAGES, V. N.; TONHOLO, J. (Org.) **Desafios de Competitividade em Arranjos Produtivos Locais**, Brasília: ANPROTEC, 2006, p. 41-72.
- KANT, I. **Fundamentação da Metafísica dos Costumes**. Coimbra: Biblioteca Filosófica Atlântida, tradução do alemão por Paulo Quintela, 1960.
- MARASCHIN, R.; DAMETTO, J. A parresía como experiência formativa voltada aos profissionais da saúde, **Interface Comunicação Saúde Educação**, v. 20, n. 59, p. 993-1003, 2016.
- MONTESQUIEU, **Do Espírito das Leis**, São Paulo: Abril Cultural, Coleção Os Pensadores Vol. XXI, 1973 [originalmente publicado em francês em 1748].
- RAWLS, J. **A Theory of Justice**, Belknap Press of the Harvard University Press, Cambridge Massachusetts (Edição revista da obra originalmente publicada em 1971).
- RONAN, C. A. **História Ilustrada da Ciência**, Universidade de Cambridge, v. I, Das Origens à Grécia, Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 1987.
- RONCHEY, S. **Ipazia**: La Vera Storia, Milão: RCS Libri S. p. A, Rizzoli, 2010.
- RUSSELL, B. **Storia della Filosofia Occidentale**, Milano: Teadue, 1993.
- SEN, A., **Sobre Ética e Economia**, São Paulo: Companhia das Letras, 1999.
- SEN. A., **Desenvolvimento como Liberdade**, São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- VECA, S., 'La Possession', In: **Quelle Philosophie pour le XXI^e Siècle?**, Paris: Gallimard/Centre Pompidou, 2001, p. 261-297.