



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA



MARCELA EDUARDA BELINI

CONTRIBUIÇÃO DE MULHERES PARA O ENSINO E PESQUISA DA MATEMÁTICA

SÃO CARLOS
2024

MARCELA EDUARDA BELINI

CONTRIBUIÇÃO DE MULHERES PARA O ENSINO E PESQUISA DA MATEMÁTICA

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de São Carlos.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Salvador

SÃO CARLOS
2024

*Dedico aos meus avós, Osvaldo e Madalena,
à minha mãe, Amanda, e ao meu noivo,
Lucas, por todo o amor, apoio e
dedicação incondicional.
Sem vocês, nada disso seria possível.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus avós, Osvaldo e Madalena, à minha mãe, Amanda, e ao meu noivo, Lucas, pela paciência, amor e apoio constante, que foram essenciais para que eu pudesse alcançar mais esta conquista.

Ao meu orientador, José Antonio Salvador, pela orientação, sabedoria e dedicação na condução deste trabalho. Sua orientação foi crucial para que eu pudesse evoluir e amadurecer academicamente.

Aos meus amigos e colegas de curso, Bianca, Giovanna, Deborah e Raquel, e à minha grande amiga de infância Amanda, que compartilharam comigo os desafios e alegrias desta caminhada, oferecendo apoio e palavras de incentivo quando mais precisei.

Aos professores que contribuíram para a minha formação ao longo destes anos, transmitindo conhecimento e motivação para seguir em frente.

E, por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Muito obrigado!

*Defenda seu direito de pensar,
porque pensar de maneira errada
é melhor do que não pensar.*
Hipátia de Alexandria.

RESUMO

Este trabalho destaca as contribuições de dez mulheres matemáticas que marcaram a história da disciplina. Hipátia de Alexandria foi uma pioneira no ensino e produção científica, enquanto Maria Gaetana Agnesi escreveu um dos primeiros manuais de cálculo. Marie-Sophie Germain fez avanços na teoria dos números e elasticidade, e Sofia Kovalevskaya foi a primeira mulher a obter um doutorado em matemática, contribuindo para equações diferenciais e mecânica. Emmy Noether transformou a álgebra abstrata com seu teorema fundamental na física moderna. Katherine Johnson foi essencial nos cálculos das missões da NASA, enquanto Maria Laura Leite Lopes contribuiu especialmente para o ensino de matemática no Brasil. Evelyn Boyd Granville destacou-se na computação espacial, e Karen Uhlenbeck foi a primeira mulher a receber o Prêmio Abel. Maryam Mirzakhani, primeira mulher a ganhar a Medalha Fields, fez contribuições em geometria e sistemas dinâmicos. Este estudo reconhece a importância dessas matemáticas e seu impacto duradouro.

Palavras-chave: Mulheres Matemáticas. Contribuições Científicas. Avanços Matemáticos. Legado Acadêmico.

ABSTRACT

This study highlights the contributions of ten women mathematicians who made significant marks on the field. Hypatia of Alexandria was a pioneer in teaching and producing scientific knowledge, while Maria Gaetana Agnesi wrote one of the first comprehensive manuals on calculus. Marie-Sophie Germain made advances in number theory and elasticity, and Sofia Kovalevskaya was the first woman to earn a Ph.D. in mathematics, contributing to differential equations and mechanics. Emmy Noether revolutionized abstract algebra with her theorem, which is fundamental to modern physics. Katherine Johnson was crucial in the calculations for NASA's space missions, while Maria Laura Leite Lopes contributed especially to the teaching of mathematics in Brazil. Evelyn Boyd Granville excelled in space computing, and Karen Uhlenbeck became the first woman to win the Abel Prize. Maryam Mirzakhani, the first woman to receive the Fields Medal, made breakthroughs in geometry and dynamical systems. This study acknowledges the importance of these mathematicians and their lasting impact on the field.

Keywords: Female Mathematicians. Scientific Contributions. Mathematical Advances. Academic Legacy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Hipátia de Alexandria.	15
Figura 1.2 – Hipátia na Escola de Atenas de Rafael Sanzio.	17
Figura 1.3 – Astrolábio.	18
Figura 2.1 – Maria Gaetana Agnesi.	20
Figura 2.2 – Primeiro passo da construção da Versiera.	22
Figura 2.3 – Segundo passo da construção da Versiera.	22
Figura 2.4 – Terceiro passo da construção da Versiera.	23
Figura 2.5 – Quarto passo da construção da Versiera.	23
Figura 2.6 – Quinto passo da construção da Versiera.	23
Figura 2.7 – Sexto passo da construção da Versiera.	24
Figura 2.8 – Sétimo passo da construção da Versiera.	24
Figura 2.9 – Oitavo passo da construção da Versiera.	24
Figura 2.10 – Nono passo da construção da Versiera.	25
Figura 2.11 – Décimo passo da construção da Versiera.	25
Figura 2.12 – Triângulos da Versiera no Geogebra: Parte 1	26
Figura 2.13 – Triângulos da Versiera no Geogebra: Parte 2	26
Figura 3.1 – Marie-Sophie Germain.	31
Figura 3.2 – Rua em homenagem a Mary-Sophie Germain.	33
Figura 3.3 – Recherches sur la théorie des surfaces élastiques (Pesquisas sobre a teoria das superfícies elásticas), 1821.	36
Figura 3.4 – “Sophie Germain: Oeuvres philosophiques”, 1879.	37
Figura 4.1 – Sofia Kovalevskaya.	39
Figura 5.1 – Emmy Noether.	43
Figura 6.1 – Katherine Coleman Goble Johnson.	49
Figura 6.2 – Katherine recebendo a Medalha Presidencial da Liberdade em 2015.	51
Figura 6.3 – Katherine em frente ao prédio cujo nome inspirou	51
Figura 7.1 – Maria Laura Mouzinho Leite Lopes.	53
Figura 8.1 – Evelyn Boyd Granville.	58
Figura 9.1 – Karen Uhlenbeck.	63
Figura 10.1 – Maryam Mirzakhani.	67
Figura 10.2 – Anotações da pesquisadora Maryam.	69

Figura 10.3 – Maryam Mirzakhani recebe a Medalha Fields das mãos da presidente sul-coreana, Park Geun-hye. 70

Figura 11.1 – Registros da apresentação na Bienal da Matemática em Agosto de 2024 72

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Estudo dos Sinais.

29

SUMÁRIO

1	HIPÁTIA DE ALEXANDRIA	15
1.1	VIDA PESSOAL	15
1.2	VIDA PROFISSIONAL	16
1.3	OBRAS DE HIPÁTIA DE ALEXANDRIA	18
1.3.1	Astrolábio	18
2	MARIA GAETANA AGNESI	20
2.1	VIDA PESSOAL	20
2.2	VIDA PROFISSIONAL	21
2.3	OBRAS DE MARIA GAETANA AGNESI	21
2.3.1	A Curva da Bruxa	21
2.3.2	Definição e Construção da "Versiera" Curva da Bruxa com o GeoGebra	22
2.3.3	Características da Curva da Bruxa	25
3	MARIE-SOPHIE GERMAIN	31
3.1	VIDA PESSOAL	31
3.2	VIDA PROFISSIONAL	32
3.3	OBRAS DE MARIE-SOPHIE GERMAIN	32
3.3.1	Contribuição para a Teoria dos Números	33
3.3.2	Contribuição para a Elasticidade	36
3.3.3	Contribuição para a Filosofia	37
4	SOFIA KOVALEVSKAYA	39
4.1	VIDA PESSOAL	39
4.2	VIDA PROFISSIONAL	40
4.3	OBRAS DE SOFIA KOVALEVSKAYA	41
4.3.1	Teorema de Cauchy-Kovalevskaya	41
5	EMMY NOETHER	43
5.1	VIDA PESSOAL	43
5.2	VIDA PROFISSIONAL	45
5.3	OBRAS DE EMMY NOETHER	46
5.3.1	O Teorema de Noether	46
6	KATHERINE COLEMAN GOBLE JOHNSON	49
6.1	VIDA PESSOAL	49
6.2	VIDA PROFISSIONAL	50
6.3	OBRAS DE KATHERINE COLEMAN GOBLE JONHSON	51

6.3.1	Pesquisas e Relatórios Técnicos	51
6.3.2	Navegação Espacial	51
6.3.3	Projeto Mercury, Projeto Gemini e Apollo 11	52
6.3.4	Reconhecimento e Prêmios	52
7	MARIA LAURA MOUZINHO LEITE LOPES	53
7.1	VIDA PESSOAL	53
7.2	VIDA PROFISSIONAL	54
7.3	OBRAS DE MARIA LAURA MOUZINHO LEITE LOPES	55
7.3.1	Projeto Fundação	55
7.3.2	Livro - Grafos: Jogos e Desafios	56
8	EVELYN BOYD GRANVILLE	58
8.1	VIDA PESSOAL	58
8.2	VIDA PROFISSIONAL	59
8.3	OBRAS DE EVELYN BOYD GRANVILLE	59
8.3.1	Cálculos de Órbita	61
8.3.2	Planejamento de Manobras Espaciais	61
8.3.3	Desenvolvimento de Algoritmos	61
8.3.4	Integração de Dados	61
8.3.5	Colaboração em Equipes Multidisciplinares	61
9	KAREN UHLENBECK	63
9.1	VIDA PESSOAL	63
9.2	VIDA PROFISSIONAL	64
9.3	ATUAÇÃO PELA IGUALDADE DE GÊNERO NA MATEMÁTICA	64
9.4	OBRAS DE KAREN UHLENBECK	65
9.4.1	Equações de Monopóli	65
9.4.2	Geometria das Variedades de Yang-Mills	65
9.4.3	Trabalho com Teoria da Conformação	65
9.4.4	Dinâmica dos Fluidos e Superfícies Mínicas	66
10	MARYAM MIRZAKHANI	67
10.1	VIDA PESSOAL	67
10.2	VIDA PROFISSIONAL	68
10.2.1	Obras de Maryam Mirzakhani	69
11	RELATO DE EXPERIÊNCIA: APRESENTAÇÃO NA BIENAL DA MATEMÁTICA	72
12	APLICAÇÃO EM SALA DE AULA	74

13	LINHA DO TEMPO DAS MULHERES MATEMÁTICAS	78
	REFERÊNCIAS	83
APÊNDICE A	PÔSTERES DAS MULHERES ESTUDADAS	84
APÊNDICE B	PLANO DE AULA	95

INTRODUÇÃO

A história da matemática, assim como a da ciência em geral, tem sido contada predominantemente através de uma narrativa que destaca as contribuições dos homens, relegando as realizações das mulheres a um papel secundário ou até apagando-as dos registros históricos. Por muitos séculos, as mulheres enfrentaram uma série de obstáculos que lhes negaram o acesso ao conhecimento formal e às instituições de ensino, enquanto suas conquistas eram frequentemente ignoradas, minimizadas ou atribuídas a homens. Esse processo de invisibilidade, conhecido como o “efeito Matilda”, reflete a desvalorização sistemática dos trabalhos femininos ao longo da história.

Somente no século XX, com o fortalecimento dos movimentos feministas e as lutas pelos direitos das mulheres, é que começou a surgir uma preocupação mais efetiva em reconhecer e dar visibilidade às contribuições femininas na ciência, incluindo a matemática. Historiadores e estudiosos passaram a revisitar as histórias de pioneiras que enfrentaram um ambiente hostil e repleto de barreiras de gênero. Essa luta pelo reconhecimento não apenas trouxe à tona as trajetórias dessas mulheres, mas também inspirou novas gerações a lutar pela igualdade e pela valorização de suas conquistas.

Este trabalho insere-se nesse contexto de valorização das mulheres na ciência, com um foco particular no campo da matemática. O critério de escolha das figuras femininas destacadas baseou-se tanto em suas contribuições significativas para o avanço da matemática quanto em suas trajetórias de vida, marcadas por superações de obstáculos sociais, culturais e institucionais. Cada uma delas, além de ter impactado profundamente o desenvolvimento da matemática, foi pioneira em sua época, enfrentando preconceitos e limites em um ambiente predominantemente masculino.

Entre as figuras destacadas, Hipatia de Alexandria foi uma das primeiras mulheres a se destacar como matemática e filósofa na Antiguidade, em uma época em que as mulheres eram excluídas dos ambientes acadêmicos. Sua atuação na biblioteca de Alexandria, onde lecionava e realizava pesquisas, fez dela uma referência histórica de resistência ao status quo. Na astronomia desenvolveu o Astrolábio utilizado como ferramenta para medições.

Maria Gaetana Agnesi, por sua vez, foi uma das primeiras mulheres a escrever um extenso tratado matemático no século XVIII, "Instituzioni Analitiche", que abordava cálculo diferencial e integral. Ela foi escolhida por sua contribuição fundamental à matemática em uma época em que a participação de mulheres em estudos acadêmicos ainda era rara. Exploramos a Curva da Bruxa abordada por ela.*

Marie-Sophie Germain, uma das pioneiras em teoria dos números e elasticidade, também enfrentou um contexto de exclusão acadêmica. Ela utilizava pseudônimos masculinos para poder estudar e se comunicar com outros matemáticos, como Carl Friedrich Gauss, e foi incluída neste trabalho por sua contribuição teórica e sua resistência ao preconceito.

Sofia Kovalevskaya, uma das mais brilhantes matemáticas do século XIX, foi a primeira

mulher na Europa a obter um doutorado em matemática e a primeira a ocupar uma posição de professora universitária. Ela fez avanços notáveis em equações diferenciais e mecânica, rompendo barreiras que mantinham as mulheres fora do ambiente acadêmico. E ficou mais conhecida pelo Teorema de Cauchy-Kovalevskaya.

Emmy Noether, que revolucionou a álgebra abstrata e a física teórica, foi uma das matemáticas mais influentes do século XX. Seu trabalho foi subestimado durante grande parte de sua vida, sendo muitas vezes impedida de obter cargos acadêmicos por causa de seu gênero. Noether é lembrada por sua resistência e pelas profundas implicações de seu "Teorema de Noether" na física moderna.

Katherine Coleman Goble Johnson, uma figura central na NASA, realizou cálculos que foram cruciais para as missões espaciais dos Estados Unidos, incluindo o sucesso da missão Apollo 11, que levou o homem à Lua pela primeira vez. Ela enfrentou não apenas o preconceito de gênero, mas também o racismo, tornando sua trajetória uma das mais inspiradoras desta seleção.

Maria Laura Leite Lopes, uma das principais representantes da matemática no Brasil, foi escolhida por sua contribuição especialmente ao ensino da matemática e pela formação de gerações de matemáticos no país. Seu trabalho no desenvolvimento de políticas educacionais e na pesquisa matemática a torna uma figura essencial no cenário acadêmico brasileiro. Projeto Fundação***

Evelyn Boyd Granville, uma das primeiras afro-americanas a obter um doutorado em matemática, contribuiu significativamente para a computação e a matemática aplicada, especialmente em projetos de programas espaciais nos Estados Unidos. Sua inclusão neste trabalho reflete sua superação de múltiplos obstáculos, tanto raciais quanto de gênero.

Karen Uhlenbeck, ganhadora do Prêmio Abel, foi escolhida por sua pesquisa inovadora em análise e geometria, além de sua atuação como defensora dos direitos das mulheres na ciência. Suas descobertas e ativismo têm grande impacto tanto no campo acadêmico quanto na promoção da igualdade de gênero.

E Maryam Mirzakhani, a primeira mulher a ganhar a Medalha Fields, foi selecionada por sua pesquisa revolucionária em geometria e sistemas dinâmicos. Sua premiação é simbólica da luta das mulheres por reconhecimento em uma área que ainda hoje possui uma sub-representação feminina significativa.

O resgate dessas trajetórias e realizações é essencial para construir uma narrativa histórica que dê visibilidade às contribuições das mulheres à matemática. A luta pela valorização desses trabalhos não é apenas uma questão de justiça histórica, mas também uma forma de inspirar novas gerações de mulheres a perseguirem suas paixões acadêmicas e científicas, rompendo com preconceitos e barreiras que ainda persistem. O reconhecimento das contribuições femininas é parte de um esforço maior para promover a inclusão e a equidade no campo das ciências exatas, oferecendo uma compreensão mais justa e completa da história da matemática.

1 HIPÁTIA DE ALEXANDRIA



Figura 1.1 – Hipátia de Alexandria.

Fonte: Wikimedia Commons¹.

1.1 VIDA PESSOAL

Hipátia de Alexandria, uma figura proeminente na história da matemática, astronomia e filosofia, é reverenciada como a primeira matemática, segundo Ignatofsky (2017). De acordo com Fernandez, Amaral e Viana (2019), seu nascimento ocorreu por volta do ano 370 de nossa era, no Egito, sendo filha de Theon de Alexandria, distinto matemático, astrônomo e filósofo. A influência paterna desde a infância a guiou nos seus estudos.

Seus estudos levaram-na a Atenas, na Grécia, onde aprofundou seus conhecimentos antes de retornar a Alexandria, Egito, para iniciar sua carreira como educadora, lecionando Matemática e Filosofia.

Para compreender o legado de Hipátia exige uma análise cuidadosa do contexto histórico. Alexandria, um centro cultural proeminente, abrigava uma vasta biblioteca que servia como depósito do conhecimento da época. Em meio a pensadores, pesquisadores e estudantes, Hipátia destacou-se, desafiando as convenções ao ministrar aulas em sua casa sem distinções religiosas dos seus estudantes, conforme ressaltado por Fernandez, Amaral e Viana (2019).

¹ <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3156846>. Acesso em: 10 jan. 2024.

No entanto, a progressividade de Hipátia e sua defesa da liberdade de expressão a tornaram alvo de controvérsias. Nascimento (2012) observa que sua maneira de agir e ensinar foi considerada inconveniente pelos mais tradicionais.

A pesquisa da BBC (British Broadcasting Corporation, 2018) sugere que Hipátia era odiada por Cirilo, o bispo da igreja de Alexandria e seu ex-aluno, devido às suas convicções e à sua proximidade com Orestes.

Cirilo tramou contra Hipátia difundindo boatos de que ela praticava bruxaria.

Em grande perigo pessoal, ela continuou a ensinar e publicar, até que, no ano de 415, em seu caminho para o trabalho, ela foi atacada por uma fanática multidão de paroquianos de Cirilo. Eles a arrastaram de sua carruagem, rasgaram suas roupas e, armados com conchas, esfolaram sua carne de seus ossos. Seus restos foram queimados, seus trabalhos obliterados, seu nome esquecido. Cirilo foi feito um santo (Sagan, 1980).

Nascimento (2012) ressalta que sua morte não representou apenas a perda de uma mulher notável, mas também o declínio de uma era fundamental para a Matemática, Ciência e História. A morte de Hipátia, descrita como mais um exemplo na história em que um luminoso raio de luz foi apagado para ceder lugar às trevas, teve impactos duradouros. Após seu falecimento, a pesquisa em matemática estagnou por um longo período, enquanto o nome e os feitos de Hipátia foram preservados e difundidos por seus ex-alunos, mantendo viva a chama de seu legado em meio à obscuridade temporária que se seguiu.

1.2 VIDA PROFISSIONAL

Hipátia desempenhou um papel significativo na matemática, escrevendo trabalhos como os "Comentários sobre a aritmética de Diofanto" e sobre os "Elementos de Euclides", conforme detalhado por Fernandez, Amaral e Viana (2019).

Ela também reescreveu um tratado sobre "As Cônicas", de Apolônio e sobre as obras astronômicas de Ptolomeu tornando seu conteúdo mais acessível.

Mary E. Waithe (1987) destaca duas fontes independentes que, ao que parece, sem conhecimento mútuo, identificaram uma "marca registrada" distintiva de Hipátia. Isso se manifesta tanto na sintaxe matemática de Ptolomeu, quanto nos comentários sobre o *Arithmeticon* de Diofanto.

O historiador da matemática Paul Tannery, do século XIX, e o Abade Roma, historiador da astronomia do século XX, atribuíram a ela a utilização de um "método idiossincrático de divisão no sistema sexagesimal para testar teoremas matemáticos"(1987).

Essa "marca registrada" parece ter ajudado ambos os estudiosos a distinguir os Comentários de Hipátia do corpo da obra comentada e na qual copistas posteriores incorporaram seus escritos. Além de ensinar teoria algébrica e astronômica, Hipátia, sem dúvida, também ensinava geometria, particularmente geometria sólida das Seções Cônicas de Apolônio Pergaeus. Embora as seções cônicas tenham sobrevivido, parece

que o Comentário de Hipátia a elas não - a menos que tenha sido incorporado com sucesso no texto original a fim de ser indistinguível. Segundo Tannery, foi isso que aconteceu com seu Comentário sobre Diofanto. (Waithe, 1987)

A influência de Hipátia transcendeu a sala de aula, impactando estudiosos como Sinésio de Cirene, que, graças aos ensinamentos de Hipátia, evoluiu de estudante de matemática e astronomia para filósofo e bispo, sendo creditado por atribuir a ela a construção de um astrolábio e um hidrocópio.

Além de suas realizações acadêmicas, ela se tornou uma eminente professora de Matemática, ministrando aulas em sua própria residência para um grupo diversificado de estudantes, independentemente de suas crenças religiosas, exemplificando sua natureza inclusiva e tolerante.

A notável Hipátia de Alexandria deixou uma marca indelével na história, sendo imortalizada na parede do Museu do Vaticano pelo renomado pintor renascentista Rafael Sanzio, que a incluiu em seu quadro "A Escola de Atenas".



Figura 1.2 – Hipátia na Escola de Atenas de Rafael Sanzio.

Fonte²: Ressaltado e compilado pela Autora.

Seu legado também recebeu elogios de figuras como Voltaire e Bertrand Russell. Além disso, Hipátia foi tema de um romance escrito por Charles Kingsley, intitulado "Hypatia" e publicado em 1853. Sua vida e contribuições serviram de inspiração para diversas obras de arte e literárias, evidenciando seu impacto duradouro.

² <https://descontexto.com.br/analise-de-pintura-a-escola-de-atenas/>.
Acesso em: 26 jan. 2024.

1.3 OBRAS DE HIPÁTIA DE ALEXANDRIA

Infelizmente, uma parcela significativa das contribuições de Hipátia foi perdida ao longo do tempo. No entanto, graças à correspondência que manteve com seu aluno Sinésio de Cirene (que mais tarde se tornou Bispo de Ptolemais, antiga capital da província romana de Cirenaica), conseguimos ter conhecimento de muitas outras realizações dela. Sinésio de Cirene compartilhava o interesse de Hipátia por Matemática e Astronomia, embora tenha seguido uma direção diferente ao tornar-se filósofo e bispo. Em suas correspondências, Sinésio destacou a singularidade intelectual de Hipátia, atribuindo a ela a compilação didática dos trabalhos de Diofanto, Apolônio e Ptolomeu como também a criação de um astrolábio e um hidrocópio.

1.3.1 Astrolábio

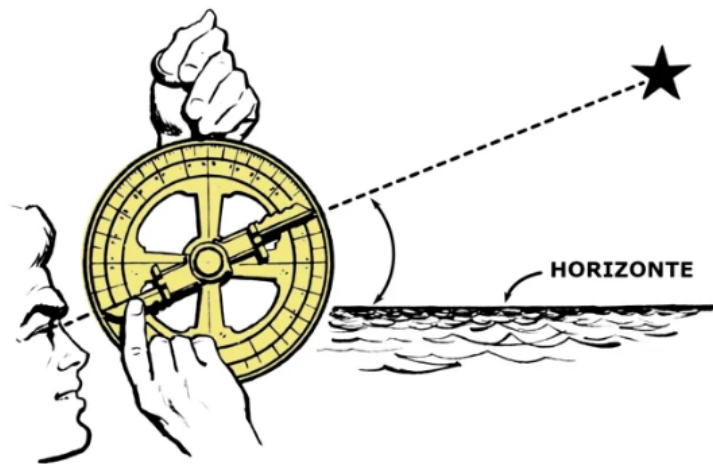


Figura 1.3 – Astrolábio.

Fonte³: Compilado de Toda Matéria.

Durante a Idade Média, o astrolábio destacou-se como o principal instrumento astronômico, sendo amplamente utilizado. Um observador habilidoso conseguia realizar medidas de posição dos astros com uma precisão de aproximadamente um grau, apenas ao observar o instrumento de maneira adequada.

O astrolábio planisférico, a forma clássica, parte do princípio de uma projeção esférica do universo sobre uma superfície plana, considerando a Terra no centro. A projeção é feita a partir do ponto de vista de um observador imaginário fora dessa esfera, em uma latitude específica e em um determinado momento. Esse instrumento, apesar de suas várias modificações estilísticas ao longo dos séculos, permaneceu notavelmente consistente em sua técnica.

³ <https://www.todamateria.com.br/astrolabio/>. Acesso em: 24 jan. 2024.

A base do astrolábio é um prato circular grosso de latão, com uma borda graduada em horas e graus. Essa graduação pode variar, e as contagens em ângulos podem começar do sul, do leste ou ter outros ajustes, dependendo do modelo. O centro do prato é perfurado, formando um eixo que segura as partes móveis do instrumento. Discos finos de latão, conhecidos como placas, são acoplados a esse eixo e são adaptados para uso em diferentes latitudes.

A rede, uma parte fundamental do astrolábio, é encaixada sobre essas placas. Ela representa o céu em projeção estereográfica e contém informações sobre estrelas e constelações. Uma régua, acoplada à rede, estende-se pelo diâmetro do instrumento e pode conter uma escala em declinações.

A parte traseira do astrolábio apresenta escalas circulares que representam ângulos, o Zodíaco e um calendário. O calendário está disposto de tal forma que a sua leitura corresponde à posição do Sol sobre o Zodíaco na data considerada. No entanto, devido ao movimento de precessão dos equinócios, a utilização do calendário tem um tempo limitado de precisão.

Como atividade prática para ressaltar o trabalho de Hipátia propomos a construção e o uso do Astrolábio para uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental II.

2 MARIA GAETANA AGNESI



Figura 2.1 – Maria Gaetana Agnesi.

Fonte: Egmo¹.

2.1 VIDA PESSOAL

Em sua pesquisa, Eves (2011) revela aspectos da vida pessoal de Maria Gaetana Agnesi, nascida em 16 de maio de 1718, em Milão, Itália. Ela era a primogênita de 21 filhos, filha de Pietro Agnesi e Anna Fortunata Agnesi, ambos pertencentes a famílias ricas de mercadores em Milão. Pietro, o pai, era um professor de matemática na Universidade de Bolonha.

Desde seu nascimento, os pais de Maria Gaetana cuidaram meticulosamente de sua educação, proporcionando-lhe uma formação abrangente e profunda. Demonstrando notáveis habilidades desde tenra idade, aos cinco anos, ela já era fluente em francês, e aos nove, possuía proficiência em latim, grego, hebraico e outros idiomas. Além disso, Martins (2015) destaca que sua formação incluiu o estudo aprofundado das contribuições matemáticas de figuras proeminentes da época, como Newton (1643 - 1727), Leibniz (1646 - 1716), Fermat (1607 - 1665), Descartes (1596 -1650), Euler (1707 - 1783) e os irmãos Bernoulli.

¹ <https://egmo2020.nl/wp-content/uploads/2019/05/Agnesi-520x350.png>. Acesso em: 24 jan. 2024.

2.2 VIDA PROFISSIONAL

Apesar de demonstrar resistência inicialmente à vida pública, como observado por Souza (2006), ao tentar se afastar para se dedicar exclusivamente à vida religiosa aos vinte anos, Agnesi foi persuadida por seu pai a continuar sua trajetória na matemática, permanecendo nesse campo por mais uma década.

Agnesi publicou um trabalho em dois volumes, intitulado *Istituzioni Analitiche*, escrito inicialmente com a finalidade de servir na formação de um de seus irmãos mais novos que revelava interesse e aptidão para a matemática. O trabalho constitui um curso de matemática elementar e avançada estruturado especialmente para espíritos jovens. O primeiro volume se ocupa de aritmética, álgebra, trigonometria, geometria analítica e, principalmente, cálculo, tratando-se do primeiro texto de cálculo escrito primariamente para jovens. O segundo volume trata de séries infinitas e equações diferenciais. As 1070 páginas da obra representam uma contribuição notável à educação matemática (Eves, 1997).

Fernandez, Amaral e Viana (2019) ressaltam que Agnesi também se dedicou ao estudo de uma curva proposta por Grandi e Fermat, conhecida como "versiera". Essa curva, erroneamente traduzida como "bruxa" por John Colson em 1801, devido a erros de tradução, acabou obscurecendo a importância de outros temas abordados por Agnesi.

Apesar de sua dedicação à matemática, Agnesi enfrentou barreiras de gênero na academia. Em 1749, foi designada membro honorário da Universidade de Bolonha pelo Papa Benedito XIV, embora não tenha sido aceita como professora, devido à discriminação de gênero (Eves, 1997). Foi a segunda mulher a obter a nomeação de professora catedrática em uma universidade, como destaca Martins (2015).

Ainda de acordo com Eves (1997), após a morte de seu pai em 1752, Agnesi optou por uma vida mais afastada dos estudos e dedicou-se a obras de caridade. Transformou sua casa em um centro de acolhimento para doentes e idosos, aceitando o convite da igreja em 1771 para cuidar das mulheres enfermas no Instituto Pio Trivulzio.

Em 9 de janeiro de 1799, aos oitenta e um anos, Maria Gaetana Agnesi faleceu e foi sepultada em um cemitério humilde fora da cidade de Roma. Fernandez, Amaral e Viana (2019) destacam que, no centenário de seu falecimento, Agnesi foi homenageada na cidade de Milão com a nomeação de ruas (Via Gaetana Agnesi) e uma escola (Liceo Satatale M. G. Agnesi).

2.3 OBRAS DE MARIA GAETANA AGNESI

2.3.1 A Curva da Bruxa

A matemática italiana Maria Gaetana Agnesi (1718-1799) descreveu a curva em seu livro *Istituzioni analitiche ad uso della gioventù italiana*. Por um erro de tradução, essa curva recebeu o curioso nome de "Bruxa de Agnesi". A história relata que John Colson (1680-1760),

um professor em Cambridge, aprendeu italiano especificamente para traduzir a obra de Agnesi para o inglês. Ao interpretar "la versiera di Agnesi", que significa curva de Agnesi, erroneamente leu "l'avversiera", que significa bruxa em italiano. Desde então, em várias línguas, a curva ficou conhecida como a "Bruxa de Agnesi".

2.3.2 Definição e Construção da "Versiera" Curva da Bruxa com o GeoGebra

Sejam s e r duas retas paralelas, não coincidentes, tangentes ao círculo C de raio a , $a > 0$.

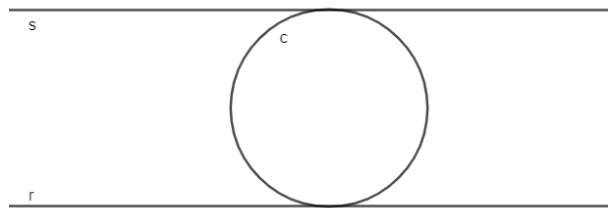


Figura 2.2 – Primeiro passo da construção da Versiera.

Fonte: Elaborado pela autora.

Sejam O e A os pontos de tangência de C com r e s , respectivamente. Além disso, traçamos o segmento OA (Diâmetro da Circunferência perpendicular à r e s).

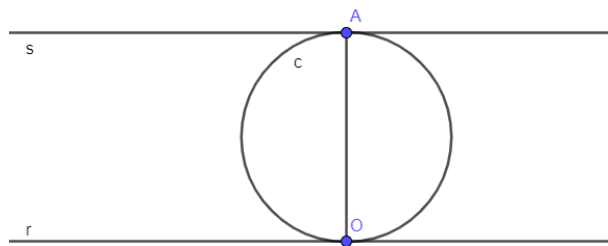


Figura 2.3 – Segundo passo da construção da Versiera.

Fonte: Elaborado pela autora.

Do ponto O traçamos uma semirreta inclinada em direção à reta s . Denotamos E e L os pontos de interseção desta semirreta com C e s , respectivamente.

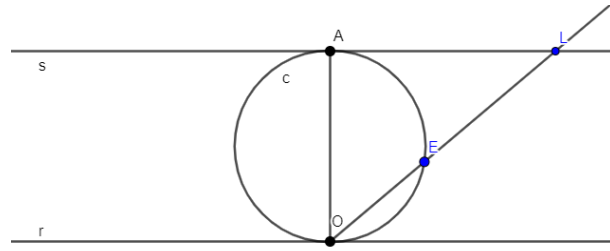


Figura 2.4 – Terceiro passo da construção da Versiera.

Fonte: Elaborado pela autora.

Traçamos o segmento LD perpendicular a r, s e t, em que a reta t é paralela a r e s passando por E.

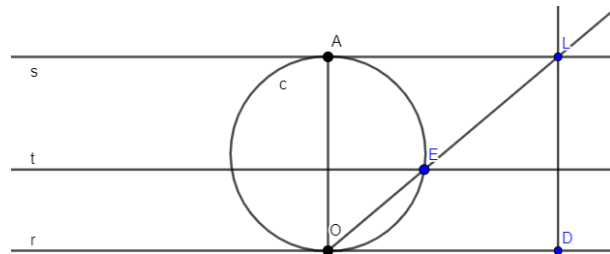


Figura 2.5 – Quarto passo da construção da Versiera.

Fonte: Elaborado pela autora.

Seja P o ponto de interseção da reta t com o segmento LD.

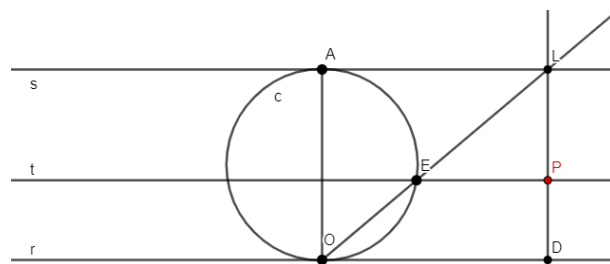


Figura 2.6 – Quinto passo da construção da Versiera.

Fonte: Elaborado pela autora.

Do ponto O traçamos outra semirreta inclinada em direção à s. Denota-se V e U os pontos de interseção da semirreta com C e s, respectivamente. E tome a reta u paralela a s passando por V.

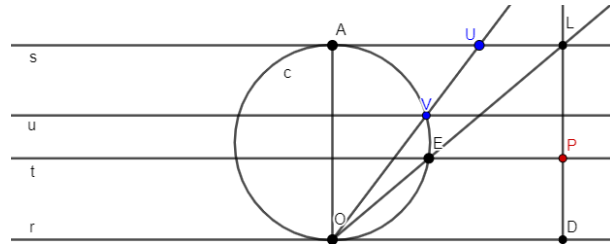


Figura 2.7 – Sexto passo da construção da Versiera.

Fonte: Elaborado pela autora.

Traçamos o segmento UQ perpendicular a r, s, t e u. Tome G como sendo o ponto de interseção de UQ com u.

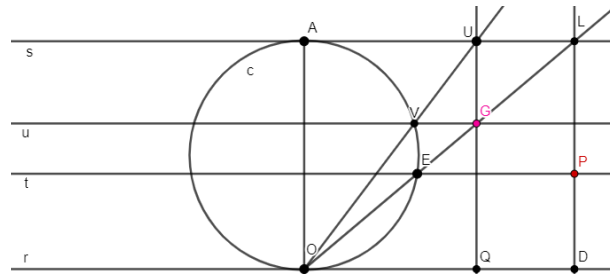


Figura 2.8 – Sétimo passo da construção da Versiera.

Fonte: Elaborado pela autora.

De maneira análoga, conseguimos espelhar a mesma construção do outro lado do diâmetro OA. Assim, construímos o ponto J como a interseção da reta u com IS espelhado de UQ.

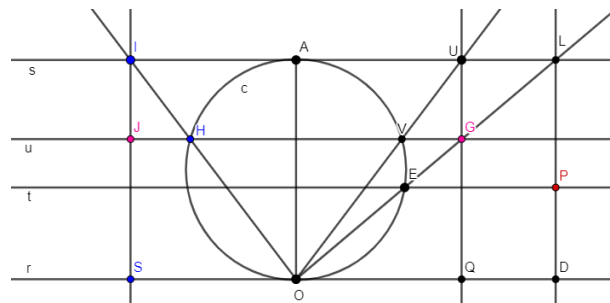


Figura 2.9 – Oitavo passo da construção da Versiera.

Fonte: Elaborado pela autora.

E obtemos também, o ponto N como sendo a interseção da reta t com MR.

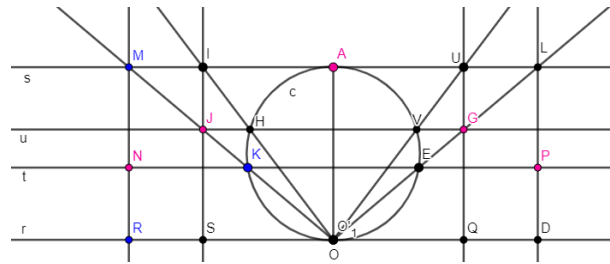


Figura 2.10 – Nono passo da construção da Versiera.

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, traçando todas as semirretas que partem de O e intersectam C, simétricas em relação a OA, descrevemos a curva denominada a Curva da Bruxa, conforme a Figura 2.11.

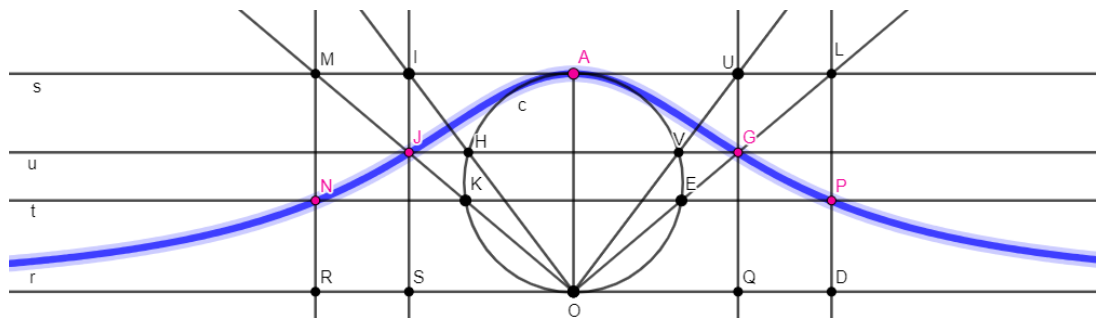


Figura 2.11 – Décimo passo da construção da Versiera.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.3.3 Características da Curva da Bruxa

Equação da Curva:

A Equação da Curva da Bruxa pode ser encontrada por meio da parametrização da curva.

$$y = \frac{a^3}{a^2 + x^2}$$

Em que $a > 0$ e $x \in \mathbb{R}$.

A curva de Agnesi é o lugar geométrico de P quando $0 < \theta < \pi$, onde θ é o ângulo entre AO e o eixo-y.

Parametrização da Curva da Bruxa

Para a elaboração desta seção, foram empregadas técnicas discutidas no trabalho de Grupo: Laura Basso Munhós, Mauro Severino de Santana, Rosana San Roman no âmbito do PCoC de MAT0315 - Introdução à Análise.

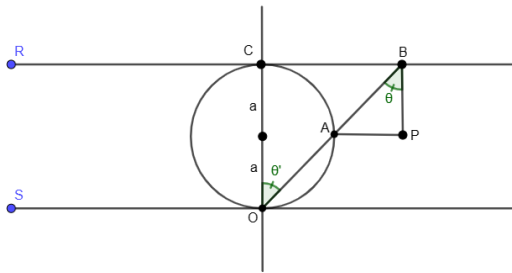


Figura 2.12 – Triângulos da Versiera no Geogebra:
Parte 1

Fonte: Elaborado pela autora

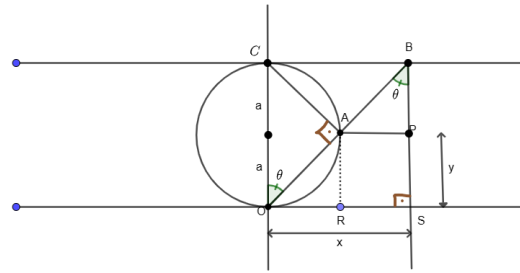


Figura 2.13 – Triângulos da Versiera no Geogebra:
Parte 2

Fonte: Elaborado pela autora

Na figura, temos três triângulos retângulos semelhantes: $\triangle ORA$, $\triangle CAO$, e $\triangle OSB$.

No triângulo $\triangle CAO$:

- Ângulo $\angle CAO = 90^\circ$, pois a hipotenusa é o diâmetro.

$$\cos \theta = \frac{OA}{OC} \Rightarrow OA = OC \cdot \cos \theta = 2a \cdot \cos \theta. \quad (2.1)$$

No triângulo $\triangle OSB$:

- Ângulo $\angle OSB = 90^\circ$, pois BS é perpendicular ao eixo-x.

- $\tan \theta = \frac{OS}{BS}$, mas $OS = x$ e $BS = 2a$.

$$\tan \theta = \frac{x}{2a} \Rightarrow x = 2a \cdot \tan \theta. \quad (2.2)$$

No triângulo $\triangle ORA$:

- Ângulo $\angle ORA = 90^\circ$, pois AR é perpendicular ao eixo-x.

- $\cos \theta = \frac{AR}{OA}$, mas $AR = y$.

$$\cos \theta = \frac{y}{OA} \Rightarrow y = OA \cdot \cos \theta. \quad (2.3)$$

Mas, de (2.1), temos: $OA = 2a \cdot \cos \theta$. Substituindo em (2.3), temos:

$$y = 2a \cdot \cos \theta \cdot \cos \theta = 2a \cdot \cos^2 \theta \quad (2.4)$$

Portanto, as coordenadas paramétricas da curva são:

$$\begin{cases} x = 2a \cdot \tan(\theta) \\ y = 2a \cdot \cos^2(\theta) \end{cases}$$

Forma cartesiana:

Para obtermos a equação cartesiana da curva, eliminamos θ nas equações (2.2) e (2.4):

De (2.2): $\tan \theta = \frac{x}{2a}$.

Sabemos que $\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$ (Relação Fundamental da Trigonometria). Dividindo ambos os lados por $\cos^2 \theta$:

$$1 + \tan^2 \theta = \frac{1}{\cos^2 \theta} \quad (2.5)$$

Por outro lado, de (2.2): $\tan \theta = \frac{x^2}{4a^2}$.

Substituindo em (2.5):

$$1 + \frac{x^2}{4a^2} = \frac{1}{\cos^2 \theta} \quad (2.6)$$

Invertendo, temos:

$$\cos^2 \theta = \frac{4a^2}{x^2 + 4a^2}. \quad (2.7)$$

Finalmente, substituindo em (2.4), conseguimos expressar y em termos de x :

$$y = 2a \cdot \cos^2 \theta = \frac{8a^3}{x^2 + 4a^2}$$

Logo, $y = \frac{8a^3}{x^2 + 4a^2}$ ou $y = \frac{(2a)^3}{x^2 + (2a)^2}$, que é a equação cartesiana da curva.

Área da Curva:

A área A delimitada sob a curva de Agnesi é encontrada calculando a integral da equação da curva. Dado que todo o eixo x é uma assíntota da curva, o intervalo de integração é $(-\infty, \infty)$. Portanto:

$$A = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{a^3}{a^2 + x^2} dx = a^2 \cdot \pi$$

$$A = \pi \cdot a^2$$

Volume do sólido de revolução gerado pela curva:

Seja V o volume do sólido de revolução gerado pela rotação da curva em relação ao eixo x . Dessa forma,

$$V = \pi \int_0^{\infty} \left(\frac{a^3}{a^2 + x^2} \right)^2 dx = \frac{a^3 \pi^2}{2}$$

$$V = \frac{a^3 \pi^2}{2}$$

Análise Real da Curva

Várias conclusões seguem da equação. Para facilitar nosso estudo, vamos tomar o raio $a = \frac{1}{2}$:

$$y = \frac{8a^3}{x^2 + 4a^2} \Rightarrow y = \frac{8 \left(\frac{1}{2}\right)^3}{x^2 + 4 \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{1}{x^2 + 1}$$

Vamos estudar alguns aspectos dessa curva particular:

Note que, quando $x \rightarrow \pm\infty$, $y \rightarrow 0$, e o eixo- x é uma assíntota da curva:

$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{1}{x^2 + 1} = 0$$

A função $f : (-\infty, +\infty) \rightarrow \mathbb{R}$ é contínua e derivável, pois é um quociente cujo denominador é uma função polinomial ($x^2 + 1$). Além disso, y nunca é igual a 0, já que o denominador ($x^2 + 1$) > 0 e a curva nunca cruza o eixo- x .

Vamos estudar seu crescimento/decrescimento através do cálculo de sua derivada, usando a Regra do Quociente e a Regra da Cadeia:

$$f(x) = \frac{1}{x^2 + 1}$$

$$f'(x) = \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{x^2 + 1} \right) = \frac{-2x}{(x^2 + 1)^2}$$

Note que a curva cresce no intervalo $(-\infty, 0)$ onde $f'(x) > 0$ e decresce no intervalo $(0, +\infty)$ onde $f'(x) < 0$. Determinando o valor de sua derivada no ponto 0 (zero), temos: $f'(0) = \frac{2 \cdot 0}{(0^2 + 1)^2} = 0$. Observamos que a reta tangente é horizontal nesse ponto.

Pontos críticos da curva:

A função $f(x)$ é contínua em $(-\infty, +\infty)$ e infinitamente derivável. Dá para calcular as derivadas de todas as ordens. Assim, notemos que

$$f''(x) = \frac{-2(x^2 + 1)^2 - (-2x) \cdot 2(x^2 + 1) \cdot 2x}{(x^2 + 1)^4} = \frac{2(3x^2 - 1)}{(x^2 + 1)^3}$$

$$3x^2 - 1 = 0 \Rightarrow x^2 = \frac{1}{3} \Rightarrow x = \pm \frac{\sqrt{3}}{3}$$

(pontos de inflexão, mudança na curvatura da curva).

$$(x^2 + 1)^3 > 0$$

para qualquer x real.

Note que 0 (zero) é um ponto de máximo porque a função $f(x)$ é crescente para $x < 0$ e decrescente para $x > 0$.

Estudo da Concavidade usando os pontos de inflexão conforme a Tabela 2.1:

	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
$3x^2 - 1 = g(x)$	+	-	+
$(x^2 + 1)^3 = h(x)$	+	+	+
$\frac{g(x)}{h(x)}$	+	-	+
Concavidade	∪	∩	∪

Tabela 2.1 – Estudo dos Sinais.

Fonte: Elaborado pela autora.

A curva e sua utilização:

Bastante comum na modelagem de certos fenômenos físicos, a curva está relacionada a funções de probabilidade, como a distribuição de Cauchy:

$$f(x) = \frac{1}{\pi(1 + x^2)}$$

cuja equação, a menos das constantes, é equivalente à da curva.

É utilizada, também, na aproximação de energia espectral de linhas espectrais, particularmente linhas de raios-X. A aproximação de energia espectral permite descrever com precisão as características energéticas de uma linha espectral, como largura, intensidade e forma. No caso de linhas de raios-X, essa técnica permite decompor a emissão em componentes individuais associadas a diferentes transições eletrônicas. Isso facilita a determinação da composição, densidade e temperatura do material irradiado, sendo uma abordagem fundamental em estudos de materiais, astrofísica e física de plasmas.

A seção transversal de uma colina suave tem uma forma semelhante à curva de Agnesi. Curvas com esta forma foram usadas como obstáculo topográfico genérico em um fluxo na modelagem matemática. Sabe-se que ondas solitárias profundas também podem ter essa forma.

Sobre o ensino da curva na Escola Básica, é possível fazer a construção com o GeoGebra e a dedução das coordenadas do ponto P comparando-se os triângulos retângulos da figura, conteúdo estudado nesse nível.

A grande relevância do trabalho de Agnesi, como já citado pela Academia de Ciências de Paris, é “a clareza e a precisão” de seu trabalho, sendo reconhecida como a primeira mulher matemática a produzir textos de alta qualidade científica.

3 MARIE-SOPHIE GERMAIN



Figura 3.1 – Marie-Sophie Germain.
Fonte: Clubes de Matemática da OBMEP¹.

3.1 VIDA PESSOAL

Marie-Sophie Germain, nascida em 1º de abril de 1776, em Paris, França, emergiu como uma proeminente matemática em um período histórico caracterizado por uma sociedade notadamente patriarcal.

Sabe-se que o século em que a matemática [Sophie Germain] viveu foi marcado por uma sociedade extremamente patriarcal, em que a mulher era tida como inferior e ocupava lugares sociais estereotipados, tais como dona de casa, cuidadora, entre outros. O âmbito acadêmico era reservado aos homens brancos com poder aquisitivo, os quais podiam frequentar livremente os espaços dedicados aos estudos avançados. (Santos, 2020)

Este contexto social conferia à mulher uma posição consideravelmente inferior, relegando-a a papéis estereotipados, tais como dona de casa e cuidadora, enquanto o acesso ao ambiente acadêmico era restrito aos homens brancos com recursos financeiros, que desfrutavam da liberdade de frequentar locais dedicados aos estudos avançados.

Aos 13 anos, durante a Revolução Francesa, Germain enfrentou restrições significativas em sua vida cotidiana, sendo proibida de sair de casa. Apesar dos ideais iluministas propagados pela Revolução, que buscavam tornar as ciências mais empíricas, e das transformações drásticas no pensamento da época, as mulheres não receberam cidadania política. A despeito da participação ativa das mulheres na Revolução, a sociedade manteve os homens em uma posição superior, conforme evidenciado por Michelle Perrot em seu livro "Minha História das Mulheres" (2007).

¹ http://clubes.obmep.org.br/blog/b_marie-sophie-germain/. Acesso em: 10 jan. 2024.

3.2 VIDA PROFISSIONAL

Em seu primeiro contato com a Matemática, Germain se encantou com a história trágica de Arquimedes, falecido em um ataque à sua cidade conforme Eves (2011), decidindo dedicar-se a essa ciência. Mesmo diante dos conflitos culturais da época, ela não limitou seu interesse apenas à Matemática, mas também manifestou curiosidade pela Psicologia, aprendendo Latim para compreender os estudos de Euler e Newton (Fernandez, 2021). Seu legado abrange uma variedade de campos, deixando obras notáveis na Teoria dos Números, Elasticidade, Geometria Diferencial e Filosofia.

As dificuldades enfrentadas por Germain para se afirmar na comunidade científica da época tornam-se aparentes. Notavelmente, ao fundar-se a *École Polytechnique* em 1794, ela aspirava estudar na recém-criada instituição, porém, o acesso era exclusivo a homens brancos e abastados. Para contornar essa barreira, adotou o pseudônimo de um ex-aluno da academia, Antoine-Auguste Le Blanc, a fim de corresponder-se com distinguidos cientistas da época, incluindo Carl Friedrich Gauss.

Sophie Germain contribuiu de maneira elegante para os campos da Matemática e Física, desempenhando um papel crucial nos cálculos relacionados à elasticidade e propriedades metálicas que viabilizaram a construção da Torre Eiffel. No entanto, seu mérito não foi devidamente reconhecido, visto que seu nome foi omitido na lista de agradecimentos aos 72 estudiosos (todos do sexo masculino) que contribuíram para o empreendimento. Ao longo de sua vida, Germain dependeu financeiramente do pai, não tendo se casado nem obtido emprego remunerado. Faleceu aos 55 anos devido a câncer de mama.

A narrativa de Sophie Germain ilustra a luta das mulheres contra uma sociedade excludente e patriarcal. Mulheres como Germain foram pioneiras, pavimentando o caminho para o desenvolvimento do movimento feminista no final do século XIX. Sua história, inserida no chamado "Efeito Matilda", destaca a tendência de atribuir trabalhos femininos a homens, evidenciando a necessidade de reconhecimento justo e igualdade de oportunidades.

3.3 OBRAS DE MARIE-SOPHIE GERMAIN

A obra de Marie-Sophie Germain abrangeu três distintos domínios: teoria dos números, elasticidade (englobando a curvatura de superfícies) e filosofia. Inicialmente, seus trabalhos estavam relacionados ao Último Teorema de Fermat, e ela desenvolveu várias soluções para problemas na teoria dos números, estabelecendo uma notável correspondência com Gauss. Os primos de Germain, notáveis pela propriedade de um número primo p ser também um primo de Germain se $2p + 1$ também o é, ganharam renome pela prova de Sophie Germain de que o Último Teorema de Fermat era verdadeiro para esses números. A conjectura sobre a existência de uma infinidade desses primos permanece não provada, com 190 números primos de Germain documentados no intervalo $[1, 10^4]$.

Seu trabalho na área da elasticidade enfrentou desafios devido à ausência de rigor decorrente da falta de treinamento formal em Análise e ao seu isolamento matemático. Contudo, isso jamais a desencorajou, permitindo-lhe competir com os renomados matemáticos da época, todos do sexo masculino. Seu interesse na teoria da elasticidade culminou em um prêmio concedido em 1916 por seus notáveis trabalhos. Sophie enfrentou um dos principais obstáculos na forma de não ser levada a sério como mulher, resultando frequentemente na falta de reconhecimento ou na desconsideração de suas contribuições, apesar da correta fundamentação de suas abordagens, as quais foram instrumentais para o progresso dos estudos na área.

Mesmo diante de seus relevantes feitos, a nota oficial de sua morte a categorizou como uma "mulher solteira e sem profissão". Atualmente, em Paris, existem um hotel, uma rua e escolas com o nome de Sophie Germain. A coragem demonstrada por Sophie em sua busca pelo conhecimento e desenvolvimento de suas pesquisas deve servir de inspiração para todas as mulheres. Sua persistência evidencia que, com determinação, é possível exercer qualquer atividade que nos proporcione realização e felicidade.



Figura 3.2 – Rua em homenagem a Mary-Sophie Germain.

Fonte: Wikipédia².

3.3.1 Contribuição para a Teoria dos Números

Dentre suas investigações mais notáveis destaca-se o estudo de um dos casos do Último Teorema de Fermat, o qual postula que a equação $x^n + y^n = z^n$ não possui solução no conjunto dos números inteiros positivos quando $n > 2$, com n sendo um número inteiro.

Este teorema foi finalmente demonstrado na década de 1990 por Andrew Wiles.

² https://pt.wikipedia.org/wiki/Sophie_Germain#. Acesso em: 27 jan. 2024.

Sophie Germain contribuiu de maneira pioneira para a prova desse teorema ao demonstrar sua validade para o caso específico em que $n = p$, onde p e $2p + 1$ são primos. Como resultado, os primos p para os quais $2p + 1$ também é primo, exemplificados por casos como 3 e 7, 5 e 11, 23 e 47, são denominados primos de Sophie Germain.

Ainda que não haja uma demonstração formal da infinitude dos primos de Sophie Germain, tampouco a comprovação de sua finitude, conjectura-se a existência de uma quantidade infinita desses primos.

Teorema 3.1. *Seja n um número primo ímpar. Se existir um número primo p auxiliar com as propriedades:*

$$x^n + y^n + z^n \equiv 0 \pmod{p} \implies x \equiv 0 \text{ ou } y \equiv 0 \text{ ou } z \equiv 0 \pmod{p}$$

$$x^n \equiv n \pmod{p} \text{ é impossível}$$

então vale o caso I do teorema de Fermat para n , isto é, se nenhum dos x , y ou z for divisível por n , então a equação $x^n + y^n + z^n = 0$ não possui soluções inteiras para além da nula.

Demonstração. A demonstração assenta numa expressão algébrica que pode ser obtida com o auxílio da regra de Ruffini. Começamos por observar que, como n é um número ímpar, o polinômio $x^n + y^n$ possui a raiz $x = -y$. Deste modo, $x + y$ é um fator desse polinômio. Se aplicarmos a regra supracitada, obtemos a identidade

$$x^n + y^n = (x + y)(x^{n-1} - x^{n-2}y + x^{n-3}y^2 - x^{n-4}y^3 + \dots + y^{n-1})$$

A equação $x^n + y^n + z^n = 0$ resolve-se em ordem a z como

$$(-z)^n = (x + y)(x^{n-1} - x^{n-2}y + x^{n-3}y^2 - x^{n-4}y^3 + \dots + y^{n-1})$$

Expressões semelhantes resultam da resolução da equação em ordem às duas outras variáveis.

Também podemos assumir que x , y e z são primos entre si, dois a dois. De fato, se existir um fator comum a ambos, este pode ser posto em evidência e eliminado da equação.

Suponhamos que existe um número q que divide ambos os fatores do lado direito de (1). Então, como q divide $x + y$, temos que $x \equiv -y \pmod{q}$.

Substituímos esta congruência no segundo fator, atendendo ao fato de que este também é divisível por q , para concluirmos que $nx^{(n-1)} \equiv 0 \pmod{q}$. Daqui advém que $n \equiv 0$ ou $x \equiv 0 \pmod{q}$.

A primeira congruência é impossível uma vez que $n \not\equiv q$ teria de dividir z , contrariamente ao fato de que consideramos as quantidades como números primos entre si dois a dois.

A segunda congruência também é impossível porque q teria de dividir simultaneamente x e $x + y$, de onde concluímos que teria de dividir y , contradizendo o fato de x e y serem primos

entre si.

Atendendo ao teorema fundamental da aritmética, no qual se mostra que qualquer número admite uma fatorização única em números primos (ignorando a ordem), vemos que cada um dos fatores de (1) é uma potência de ordem n . Como podemos trocar entre si as variáveis mantendo a essência do resultado, existem inteiros a, α, b, β, c e γ , tais que

$$y + z = a^n$$

$$y^{(n-1)} - y^{(n-2)}z + y^{(n-2)}z^2 - y^{(n-2)}z^3 + \dots + z^{(n-1)} = \alpha^n$$

$$x = -a\alpha$$

$$z + x = b^n$$

$$z^{(n-1)} - z^{(n-2)}x + \dots + x^{(n-1)} = \beta^n$$

$$y = -b\beta$$

$$x + y = c^n$$

$$x^{(n-1)} + x^{(n-2)}y + \dots + y^{(n-1)} = \gamma^n$$

$$z = -c\gamma$$

Consideremos, agora, a aritmética módulo p , como nas condições do teorema. Como $x^n + y^n + z^n \equiv 0 \pmod{p}$, a primeira condição em p permite mostrar que x, y ou z são congruentes a zero módulo p . Suponhamos que x é congruente a zero módulo p .

Então $2x = b^n + c^n + (-a)^n \equiv 0 \pmod{p}$ e, pela primeira condição em p , segue-se que a, b ou c são congruentes a zero módulo p . Se b ou c fossem congruentes a zero módulo p , então ou tínhamos $y = -b\beta$ ou $z = -c\gamma$, congruentes a zero módulo p . Mas tal contradiz o facto de serem dois a dois primos entre si. Então $a \equiv 0 \pmod{p}$. Mas isto implica que $y \equiv -z \pmod{p}$, $\alpha^n \equiv ny^{(n-1)} \equiv n\gamma^n \pmod{p}$. Como γ não pode ser congruente a zero módulo p , existe um inteiro g de modo que $\gamma g \equiv 1 \pmod{p}$, de onde vem $(\alpha g)^n \equiv n \pmod{p}$, o que contradiz a segunda hipótese em p . Este fato demonstra o teorema pelo método da redução ao absurdo.

□

Como exemplo, suponhamos que $n = 5$. Se considerarmos $p = 11$, vemos que a primeira condição do teorema é satisfeita, uma vez que, módulo 11, às quintas potências são congruentes a 0, 1 ou -1. Então, para $x^5 + y^5 + z^5 \equiv 0 \pmod{p}$, uma das quantidades tem de ser divisível por 11.

Note-se que, pelo pequeno teorema de Fermat, a décima potência de um número qualquer módulo 11 é sempre congruente a 1 se esse número não for divisível por 11.

3.3.2 Contribuição para a Elasticidade

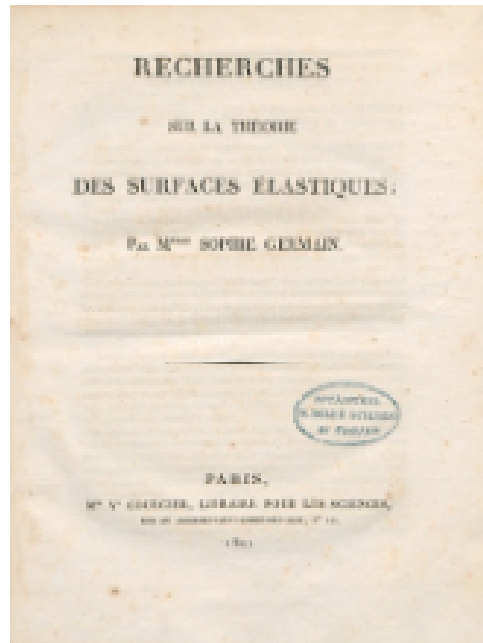


Figura 3.3 – Recherches sur la théorie des surfaces élastiques (Pesquisas sobre a teoria das superfícies elásticas), 1821.

Fonte: Clubes de Matemática da OBMEP³.

Após atingir a idade de 30 anos, Marie-Sophie Germain redirecionou seus interesses para a física, demonstrando brilhantismo também nesta disciplina. Em particular, ela ofereceu valiosas contribuições para a moderna teoria da elasticidade, mesmo em meio à persistência dos preconceitos antifeministas que marcavam a sociedade da época. Seus estudos voltados para o estabelecimento da teoria da elasticidade dos metais desempenharam um papel crucial na construção da icônica Torre Eiffel. No entanto, é lamentável constatar que, devido aos preconceitos da época, seu nome foi deliberadamente omitido da lista dos 72 estudiosos cujas pesquisas foram reconhecidas como contribuições fundamentais para a construção desse renomado e notável monumento treliçado de ferro erguido no Champ de Mars em Paris, França.

A teoria da elasticidade, na qual Sophie Germain desempenhou um papel essencial, é um ramo da física que se concentra no estudo do comportamento elástico de materiais, principalmente metais. Essa teoria examina como os materiais se deformam quando sujeitos a forças externas e, em seguida, retornam à sua forma original quando essas forças são removidas. Sophie Germain investigou profundamente as propriedades elásticas dos metais, desenvolvendo modelos matemáticos para descrever o comportamento desses materiais sob diferentes condições de carga.

³ http://clubes.obmep.org.br/blog/b_marie-sophie-germain/. Acesso em: 27 jan. 2024.

As contribuições de Germain à teoria da elasticidade foram particularmente cruciais no contexto da construção da Torre Eiffel. Seus estudos possibilitaram o entendimento mais preciso das propriedades mecânicas dos materiais envolvidos na construção, influenciando diretamente as decisões de projeto e os cálculos necessários para garantir a estabilidade e a segurança da estrutura.

No entanto, mesmo diante de sua notável expertise e contribuições significativas, Sophie Germain enfrentou o desdém e o preconceito de uma sociedade que não reconhecia plenamente o potencial das mulheres na ciência. A omissão de seu nome na lista dos 72 estudiosos reflete não apenas a injustiça individual sofrida por Germain, mas também a persistência de obstáculos sistêmicos baseados em gênero na história da ciência.

3.3.3 Contribuição para a Filosofia

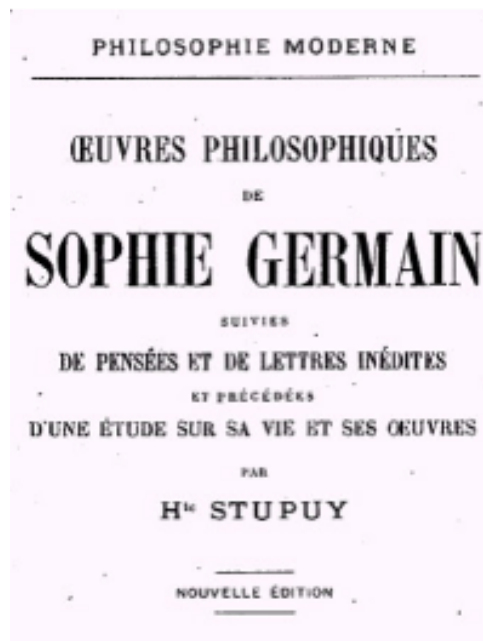


Figura 3.4 – “Sophie Germain: Oeuvres philosophiques”, 1879.

Fonte: Clubes de Matemática da OBMEP⁴.

Sophie Germain, além de seus notáveis feitos em Matemática e Física, demonstrou um interesse abrangente por diversas disciplinas, incluindo Filosofia. Sua incursão no campo filosófico se destaca por meio de seu ensaio intitulado "Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres aux différentes époques de leur culture" publicado postumamente em 1833. Além disso, outra parte significativa de sua contribuição filosófica encontra-se na obra "Sophie Germain: Oeuvres philosophiques", publicada em 1879, após sua morte.

⁴ http://clubes.obmep.org.br/blog/b_marie-sophie-germain/. Acesso em: 27 jan. 2024.

O ensaio filosófico de Sophie Germain reflete sua perspicácia intelectual ao analisar o estado das ciências e das letras em diferentes épocas de sua evolução cultural. Nesse contexto, é possível conjecturar que Germain explorou a interseção entre as ciências e as humanidades, buscando compreender não apenas o avanço do conhecimento científico, mas também o contexto cultural e intelectual que moldou esses desenvolvimentos ao longo do tempo.

Suas reflexões filosóficas podem ter abordado questões fundamentais relacionadas à natureza do conhecimento, à epistemologia e à interação entre as ciências e as humanidades. Dada sua amplitude de interesses, é razoável supor que ela tenha buscado uma compreensão holística da cultura intelectual, conectando as disciplinas científicas com o contexto mais amplo da história, da literatura e das artes.

A publicação póstuma desses escritos filosóficos destaca o impacto duradouro de Sophie Germain como uma intelectual polivalente e profundamente engajada. Ainda que sua contribuição filosófica tenha sido menos reconhecida em comparação com suas realizações em Matemática e Física, ela deixou uma marca valiosa no entendimento não apenas das ciências exatas, mas também na apreciação da interconexão entre as disciplinas e a evolução cultural ao longo do tempo.

4 SOFIA KOVALEVSKAYA



Figura 4.1 – Sofia Kovalevskaya.

Fonte: Wikipédia¹.

4.1 VIDA PESSOAL

Conforme enfatizado por Fernandez, Amaral e Viana (2019), Sofia Kovalevskaya, de origem russa, nasceu em Moscou em 15 de janeiro de 1850, sendo a segunda filha em uma família de três irmãos. Criada em um ambiente típico das classes abastadas, sua inclinação e interesse pela matemática foram encorajados por seu pai, que providenciou tutores para auxiliá-la em sua formação desde jovem. Eves (1997) destaca que seu fascínio pelas ciências exatas foi despertado pelas anotações de cálculos de seu pai, expostas nas paredes de seu quarto, desafiando-a a resolvê-las desde tenra idade.

Além disso, Fernandez, Amaral e Viana (2019) apontam que Sofia Kovalevskaya teve um significativo envolvimento com a filosofia niilista, especialmente através de seus tutores, como Strannoliubskii, responsável pelo ensino de cálculo, e sua irmã Anne, uma defensora do feminismo. O niilismo, nesse contexto, referia-se a uma corrente filosófica que rejeitava as tradições estabelecidas, a autoridade e os valores morais absolutos, promovendo uma visão crítica e cética em relação às estruturas sociais e políticas vigentes. Este período coincidiu com

¹ https://pt.wikipedia.org/wiki/Sofia_Kovalevskaya. Acesso em: 26 jan. 2024.

o fenômeno social marcante do Niilismo Russo na década de 1860, conforme argumentado por Fonseca (2018), que contribuiu para a disseminação de ideias progressistas, incluindo a libertação dos servos e o movimento feminino.

No âmbito pessoal, a busca de Sofia Kovalevskaya por educação superior a levou a tomar a decisão extraordinária de forjar um casamento, em 1868, com Vladimir Kovalevsky, paleontólogo e apoiador do niilismo. Conforme Cuevas (2023), esse casamento foi uma estratégia para contornar as restritas normas sociais da época, permitindo-lhe deixar a Rússia e estudar na Suíça. O acordo entre eles era de viverem separadamente após o casamento, desvinculando-se de obrigações matrimoniais.

4.2 VIDA PROFISSIONAL

No campo profissional, Parussolo, Almeida e Oliveira (2022, p. 08) destacam que, na primavera de 1874, Sofia Kovalevskaya completou três artigos notáveis sobre Equações Diferenciais Parciais, Integrais Abelianas e os anéis de Saturno. Esses trabalhos foram reconhecidos por Weierstrass, Paul Du Bois Reymond e Lazarus Fuchs, resultando em seu doutoramento pela Universidade de Gottingen, *summa cum laude*, embora ela não tenha comparecido presencialmente à cerimônia.

Apesar de sua conquista acadêmica, ao retornar à Rússia, Sofia confrontou desafios em sua carreira profissional. Parussolo, Almeida e Oliveira (2022) relatam que, em 1883, ela teve que trabalhar por cerca de um ano sem remuneração e sem a titulação de professora, sendo designada como professora de aritmética elementar para garotas, o único emprego disponível na época.

Mesmo diante dessas dificuldades, Sofia persistiu e produziu três artigos em 1882 sobre a refração. Parussolo, Almeida e Oliveira (2022) enfatizam que, ao longo de sua carreira, ela enfrentou obstáculos significativos para lecionar em níveis superiores, mas seu trabalho incansável e sua busca pelo reconhecimento a levaram a conquistar, em 1889, o prêmio da Academia Francesa de Ciências por suas contribuições ao movimento rotacional em corpos rígidos. Isso foi um marco importante, tornando-a a primeira professora em uma universidade europeia.

Além de suas realizações acadêmicas, Parussolo, Almeida e Oliveira (2022) mencionam que Sofia Kovalevskaya também se destacou como uma defensora dos direitos femininos. Junto com outras escritoras, como Mittag-Leffler e Anne Leffler, ela formou um grupo para escrever peças de teatro, refletindo seu interesse por questões sociais e igualdade de gênero desde jovem.

A vida profissional de Sofia Kovalevskaya culminou em seu reconhecimento como correspondente da Academia Imperial de Ciências da Rússia, um dos pontos mais altos de sua trajetória. Conforme Parussolo, Almeida e Oliveira (2022) ressaltam, esse reconhecimento foi concedido em virtude de seu notável trabalho no campo da matemática. No entanto, sua vida foi

interrompida tragicamente em 1891, quando faleceu de pneumonia na França, sendo enterrada em Estocolmo.

Sua contribuição e legado na matemática e na defesa dos direitos femininos continuam a ser reconhecidos, como evidenciado pela criação do Prêmio Sofia Kovalevskaya em 2002 pela Fundação Alexander von Humboldt, que promove a cooperação acadêmica entre cientistas de excelência e acadêmicos do exterior e da Alemanha através de suas bolsas de pesquisa.

4.3 OBRAS DE SOFIA KOVALEVSKAYA

A obra matemática de Sofia Kovalevskaya é composta por dez artigos, sendo quatro deles idênticos, dois em francês e dois em sueco. Seus trabalhos podem ser divididos em dois períodos distintos: 1871-1874 e 1881-1891. No primeiro período, Kovalevskaya estudou em Berlim com Weierstrass, concentrando-se na análise teórica. No segundo período, de 1881 a 1891, ela direcionou seus estudos para mecânica e física matemática, mantendo a conexão através do uso de técnicas de função-teoria desenvolvidas por Weierstrass.

Duas contribuições fundamentais destacam-se em sua carreira. Primeiramente, sua prova do teorema em equações diferenciais parciais, que resultou no teorema conhecido como Cauchy-Kovalevskaya. Em segundo lugar, seu trabalho sobre a rotação de um corpo sólido sobre um ponto fixo, chamado de Topo de Kovalevskaya, rendeu-lhe o prestigioso prêmio Prix Bordin da Academia de Ciências da França em 1888.

Além dessas contribuições significativas, Kovalevskaya abordou temas variados em seus trabalhos, como a redução de integrais abelianas para integrais elípticas mais simples, a determinação da forma dos anéis de Saturno, e a refração da luz em um meio cristalino, embora este último tenha sido posteriormente corrigido por Vito Volterra após sua morte. Seu último trabalho foi a prova simplificada de um teorema de Heinrich Bruns na teoria potencial.

A maioria da sua obra científica consiste em teorias inéditas ou constitui pontos de partida para descobertas futuras.

O impacto inestimável dos trabalhos de Sofia Kovalevskaya na matemática vai além das conquistas individuais. Ela desempenhou um papel crucial na união dos matemáticos da Europa Ocidental e Oriental, servindo como um canal para a disseminação de novas abordagens e ideias teóricas na matemática.

4.3.1 Teorema de Cauchy-Kovalevskaya

Teorema 4.1 (Teorema de Cauchy-Kovalevskaya). *Seja F uma função de $2n + 2$ variáveis e ϕ uma função de n variáveis. Considere o seguinte problema de valor inicial:*

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = F(t, x_1, x_2, \dots, x_n, u, u_1, u_2, \dots, u_n) \\ u(t_0, x_1, x_2, \dots, x_n) = \phi(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{cases}$$

Suponha que a função ϕ é analítica em uma vizinhança da origem de \mathbb{R}^n (aqui, \mathbb{R} é o conjunto dos números reais) e que F é analítica em uma vizinhança do ponto $(t_0, x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)})$ em \mathbb{R}^{n+2} . Então, o problema de Cauchy (P) tem uma única solução $u(t, x_1, x_2, \dots, x_n)$ que está definida e é analítica em uma vizinhança de \mathbb{R}^{n+1} .

Observações:

- O Teorema garante a existência e unicidade do problema de valor inicial (P) relativo a uma equação diferencial ordinária de primeira ordem.
- A solução deve ser analítica, uma condição essencial para a aplicação do teorema.

A demonstração pode ser encontrada em Folland (1995).

Sabemos que um resultado matemático recebe o nome de seu(s) autor(es) como uma forma de homenagem e reconhecimento aos esforços envolvidos no estudo.

Sobre o nome do Teorema de Cauchy-Kovalevsky, o nome de Cauchy vem primeiro devido ao autor ter desenvolvido o início do estudo sobre Equações Diferenciais Parciais para um caso específico, e Kovalevskaya aparece em seguida, pois ela complementou posteriormente o trabalho de Augustin Louis Cauchy francês ao conseguir generalizar a aplicação de seus resultados, aprimorando com perfeição a ferramenta do cálculo.

5 EMMY NOETHER



Figura 5.1 – Emmy Noether.

Fonte: SciHi Blog¹.

5.1 VIDA PESSOAL

Amalie Emmy Noether, conhecida mundialmente como Emmy Noether, nasceu em 23 de março de 1882, na cidade de Erlangen, na Alemanha. Ela era a filha mais velha de Max Noether e Ida Noether e tinha três irmãos mais novos. A família Noether tinha raízes judaicas e era originária da região da Floresta Negra, na Alemanha. Os ancestrais da família eram comerciantes judeus bem-sucedidos, e Max Noether foi o primeiro a seguir uma carreira acadêmica. Ele se destacou como matemático, obtendo seu doutorado em 1868 na Universidade de Heidelberg. Max Noether, que enfrentou a poliomielite na infância e viveu com suas sequelas, tornou-se um influente professor de matemática, contribuindo significativamente para a geometria algébrica.

Ida Noether, mãe de Emmy, também provinha de uma família de comerciantes judeus

¹ <http://scihi.org/emmy-noether-mathematics/>. Acesso em: 27 jul. 2024.

prósperos. Emmy cresceu em um ambiente intelectual e familiar que valorizava a educação e a ciência, o que foi crucial para sua formação. Ela começou sua educação formal aos 7 anos e concluiu o ensino básico aos 15 anos. Desde cedo, demonstrou interesse em aprender, especialmente em línguas. Emmy passou nos exames oficiais do estado da Baviera para ser professora de inglês e francês em uma escola para meninas, obtendo qualificação em ambas as línguas. No entanto, sua paixão por matemática a levou a buscar uma educação universitária na área, algo inusitado para mulheres de sua época.

O início do século XX foi marcado por inúmeras dificuldades para as mulheres que desejavam ingressar na educação superior. Na Alemanha, as universidades eram predominantemente masculinas, e a presença de mulheres era amplamente desencorajada. Em muitas instituições, as mulheres não podiam se matricular oficialmente e, em vez disso, podiam assistir às aulas apenas como ouvintes, mediante uma permissão especial. Emmy enfrentou esses desafios de frente. Entre 1900 e 1902, ela participou de aulas na Universidade de Erlangen como ouvinte, preparando-se para o exame de certificação do ensino médio, que ela passou em 1903.

No inverno de 1903, Emmy Noether mudou-se para a Universidade de Göttingen, onde assistiu a aulas de matemáticos renomados como David Hilbert e Felix Klein. Em 1904, quando a Universidade de Erlangen finalmente permitiu a matrícula regular de mulheres, Emmy retornou para lá e tornou-se a única mulher em um curso de matemática com 46 homens. Ela concluiu seu doutorado em dezembro de 1907, sob a orientação de Paul Gordan, um matemático conhecido por seu trabalho em teoria dos invariantes.

Em 1915, Emmy foi convidada por seus antigos professores Hilbert e Klein a retornar à Universidade de Göttingen, onde desejavam que ela colaborasse com eles em problemas relacionados à teoria da relatividade. No entanto, sua tentativa de obter a habilitação para lecionar foi inicialmente barrada por preconceitos de gênero. A universidade não via com bons olhos a ideia de uma mulher ser parte do corpo docente. Hilbert, indignado com a situação, defendeu-a vigorosamente, dizendo: "Não vejo que o sexo de um candidato tenha algo a ver com a nomeação para um cargo de docente. Afinal, somos uma universidade, não um banho público."

A partir de 1919, mudanças na legislação permitiram que mulheres fossem habilitadas a lecionar em universidades alemãs. Emmy finalmente obteve sua habilitação e pôde começar a assinar suas próprias aulas. Apesar disso, o preconceito persistia, e seu trabalho não foi remunerado adequadamente. Somente em 1922, Emmy foi promovida a professora associada sem mandato, o que lhe permitiu receber um salário modesto.

Em 1933, com a ascensão do regime nazista na Alemanha, Emmy Noether foi destituída de sua posição na Universidade de Göttingen devido à sua origem judaica. A discriminação contra judeus estava crescendo, e muitos intelectuais judeus foram forçados a abandonar suas posições. Para escapar da perseguição, Emmy aceitou um convite para lecionar na Faculdade Bryn Mawr, na Pensilvânia, Estados Unidos. Emmy Noether faleceu inesperadamente em 14 de abril de 1935, aos 53 anos, após uma cirurgia para remover um tumor. Suas cinzas foram mantidas na Faculdade Bryn Mawr, onde sua contribuição à Matemática continuou a ser lembrada

e homenageada.

5.2 VIDA PROFISSIONAL

A carreira acadêmica de Emmy Noether foi marcada por desafios institucionais e preconceitos de gênero, mas suas contribuições para a Matemática foram revolucionárias e deixaram um legado duradouro. Após concluir o doutorado em 1907 com uma tese sobre invariantes diferenciais, sob a orientação de Paul Gordan, ela começou a trabalhar no Instituto de Matemática da Universidade de Erlangen. No entanto, devido ao fato de ser mulher, ela não conseguiu um cargo formal ou remunerado. Durante oito anos, ela realizou pesquisas e lecionou sem salário, ocupando-se também de ministrar aulas em nome de seu pai, que enfrentava problemas de saúde.

Em 1915, Emmy foi convidada por David Hilbert e Felix Klein a retornar à Universidade de Göttingen, onde ela poderia colaborar em problemas matemáticos associados à teoria da relatividade de Albert Einstein. Foi nessa época que Emmy formulou o famoso Teorema de Noether, que estabeleceu uma profunda conexão entre simetrias e leis de conservação na física. Este teorema tornou-se um dos pilares fundamentais da física teórica, com aplicações que vão desde a relatividade geral até a física de partículas elementares. Albert Einstein elogiou seu trabalho, afirmando que ela tinha "um talento matemático penetrante".

Durante os anos em Göttingen, apesar de suas contribuições excepcionais, Emmy enfrentou resistência para obter uma posição formal devido ao preconceito contra mulheres no ambiente acadêmico. Somente em 1922, após anos de ensino e pesquisa, ela foi nomeada professora associada sem mandato, permitindo-lhe receber um salário. Mesmo assim, seu papel na universidade era limitado e, apesar de suas qualidades, ela não foi aceita como membro da Academia de Ciências de Göttingen.

De 1922 a 1933, Emmy Noether continuou a desenvolver suas pesquisas em álgebra abstrata, um campo no qual se tornou uma das líderes mundiais. Ela trabalhou em teoria dos anéis, teoria de corpos, e teoria de representações, trazendo uma abordagem mais estruturada e formal para a álgebra. Suas ideias influenciaram significativamente a álgebra moderna, e seu trabalho abriu o caminho para desenvolvimentos futuros em várias áreas matemáticas. Emmy foi uma mentora dedicada e influenciou muitos estudantes de matemática, incluindo Bartel Leendert van der Waerden, que incorporou suas ideias em seus famosos livros "Álgebra Moderna".

Noether também atraiu matemáticos de diversas partes do mundo para Göttingen, incluindo o topologista russo Pavel Alexandrov e o matemático alemão Heinz Hopf. Durante o semestre de inverno de 1928-1929, Noether aceitou um convite de Alexandrov para passar um período na Universidade de Moscou, onde colaborou com matemáticos soviéticos e fortaleceu os laços acadêmicos entre a Alemanha e a União Soviética.

Em 1932, ela foi premiada com o Memorial Alfred Ackermann-Teubner pela contribuição ao avanço da ciência matemática. No mesmo ano, Emmy foi convidada a dar uma palestra no

Congresso Internacional de Matemáticos, sendo a única mulher a fazê-lo. Este reconhecimento internacional reforçou seu status como uma das matemáticas mais importantes de seu tempo.

Em 1933, com a ascensão do regime nazista, Emmy foi forçada a deixar seu cargo na Universidade de Göttingen devido a políticas antissemitas. Ela se mudou para os Estados Unidos, onde lecionou na Faculdade Bryn Mawr e no Instituto de Estudos Avançados em Princeton. Mesmo em um ambiente novo, ela continuou a inspirar e orientar estudantes, dedicando-se à pesquisa em álgebra e expandindo seu legado científico.

Em 1935, enquanto esforços estavam em andamento para encontrar uma posição permanente para ela nos Estados Unidos, Emmy Noether faleceu inesperadamente em 14 de abril, após uma cirurgia para remover um tumor. Sua morte prematura foi um golpe para a comunidade matemática global. Suas cinzas foram mantidas na Faculdade Bryn Mawr, onde seu legado continuou a ser honrado. Diversas homenagens póstumas foram realizadas, e ela foi reconhecida tanto pela Sociedade Matemática de Moscou quanto pela Faculdade de Erlangen, cidade onde nasceu. Sua obra permanece uma fonte de inspiração e seu impacto na matemática é indiscutível.

Emmy Noether é lembrada não apenas por suas descobertas, mas também por sua determinação em enfrentar os obstáculos e preconceitos de sua época.

5.3 OBRAS DE EMMY NOETHER

5.3.1 O Teorema de Noether

Uma contribuição importante de Emmy Noether é um resultado da teoria de sistemas dinâmicos.

A primeira versão do teorema que ela provou demonstrada em 1918, é que que "toda grandeza física conservativa corresponde a um grupo contínuo de simetrias das equações".

Intuitivamente, uma explicação do Teorema de Noether, é útil considerar a relação entre simetrias e quantidades conservadas em um sistema físico. Para isso, podemos começar entendendo situações em que as quantidades não são conservadas e quando um sistema não apresenta simetrias.

Exemplo Intuitivo de Conservação e Simetria

Imaginemos um experimento conduzido por um físico dentro de um subsistema isolado, como uma espaçonave no espaço. Em um cenário ideal e simplificado, sem forças externas atuando, esperaríamos que certas quantidades, como o momento linear ou a energia, fossem conservadas. Agora, para analisar um caso em que a conservação de momento não ocorre, podemos introduzir uma influência externa.

Um Experimento: A Bola e o Potencial

Considere que o físico solta uma bola dentro da espaçonave e observa sua trajetória. Diferente do que ocorreria em um ambiente onde o momento seria conservado (como em um vácuo perfeito sem influências externas), vamos supor que há um potencial $U(x)$ que afeta diretamente a bola. Para este exemplo, o potencial U é definido como:

$$U(x) = ax^2$$

em que, a é uma constante, e x é a posição da bola.

Este potencial representa uma força que depende da posição da bola. Um potencial como ax^2 sugere que quanto mais longe a bola estiver da origem do sistema de coordenadas, maior será a força atuando sobre ela, puxando-a de volta.

Conservação de Momento e Simetria de Translação

Se o momento da bola não é conservado, isso implica que há uma força atuando sobre ela. Nesse caso, a força F resultante é dada por:

$$F(x) = -\frac{dU(x)}{dx} = -2ax$$

Essa força não é constante e varia com a posição da bola. O fato de a força depender da posição x indica que o sistema não possui simetria por translação. Em outras palavras, se o físico deslocar todo o sistema de coordenadas por uma certa distância, o comportamento da bola mudará porque o potencial $U(x)$ e, portanto, a força resultante $F(x)$, não são invariantes sob tal translação.

Interpretação de Isolamento do Sistema

Para efeitos deste exemplo, vamos imaginar que o potencial $U(x)$ é gerado por alguma estrutura externa desconhecida, talvez fora da espaçonave, que de alguma forma absorve o momento da bola e transfere para si. Isso resultaria em um sistema onde o momento total dentro da espaçonave não é conservado. Essa suposição ajuda a ilustrar a ideia de que a conservação de uma quantidade como momento depende da ausência de interações com o ambiente externo. Em um subsistema não perfeitamente isolado, certas quantidades podem "vazar" para fora do sistema devido a interações externas, resultando na não conservação dentro do subsistema.

Conclusão Intuitiva

O Teorema de Noether formaliza essa intuição mostrando que para cada simetria contínua de um sistema físico, existe uma quantidade conservada associada. No exemplo da espaçonave, a falta de simetria por translação, devido à presença do potencial $U(x)$, significa que o momento não é conservado. De forma análoga, se houvesse uma simetria temporal, haveria uma conservação de energia associada. O entendimento dessas conexões é crucial para a física teórica, especialmente na relatividade e na mecânica quântica, onde o Teorema de Noether fornece uma base fundamental para a análise de sistemas físicos.

6 KATHERINE COLEMAN GOBLE JOHNSON



Figura 6.1 – Katherine Coleman Goble Johnson.

Fonte: Britannica¹.

6.1 VIDA PESSOAL

Katherine Coleman Goble Johnson, nascida em White Sulphur Springs, Virgínia Ocidental, em 1918, teve uma vida marcada por desafios e conquistas notáveis. Ela era a caçula dos quatro filhos de Joylette Roberta e Joshua McKinley Coleman. Seu pai, desempenhando variadas funções como madeireiro, agricultor e carpinteiro no Hotel Greenbrier, proporcionou uma infância em meio a experiências multifacetadas.

Desde jovem, Katherine demonstrou uma afinidade excepcional com números, influenciada pelo ambiente encorajador proporcionado por seus pais. Seu percurso educacional inicial foi até a oitava série na região de White Sulphur Springs. No entanto, a ausência de ensino médio para crianças e famílias negras no condado de Greenbrier levou Katherine e seus irmãos a serem matriculados no Instituto no condado de Kanawha, onde se localiza atualmente a Universidade da Virgínia Ocidental.

Em 1939, Katherine casou-se com James Francis Goble, com quem teve três filhas: Constance, Joylette e Katherine. A família estabeleceu-se em Newport News, Virgínia, a partir

¹ <https://www.britannica.com/biography/Katherine-Johnson-mathematician>. Acesso em: 26 jan. 2024.

de 1953. No entanto, a trajetória de Katherine foi marcada por uma perda significativa quando seu primeiro marido, James, faleceu em 1956 devido a um tumor cerebral inoperável. Três anos depois, em 1959, Katherine casou-se novamente, desta vez com James A. "Jim" Johnson, um oficial do Exército dos Estados Unidos e veterano da Guerra da Coreia. O casamento perdurou por notáveis 60 anos, até o falecimento de Katherine em 2020.

6.2 VIDA PROFISSIONAL

Após completar sua educação, Katherine optou por seguir a carreira de matemática e pesquisadora, uma escolha que enfrentou adversidades significativas devido às barreiras impostas às mulheres e pessoas negras naquela época, incluindo limitações nos direitos femininos e segregação racial.

É imperativo recordar que grande parte das narrativas e dos registros históricos associam a figura feminina a características de comportamentos sentimentais, frequentemente desvinculadas da racionalidade e destinadas à finalidade de casamento, procriação e administração do lar. Devido a esses estereótipos construídos, as oportunidades de acesso à educação, voltadas para o desenvolvimento e reconhecimento intelectual das mulheres brancas, já eram limitadas. Mulheres negras, que não se encaixavam no mito da fragilidade ou "rainha do lar", enfrentaram uma realidade diferente. Como destaca Sueli Carneiro:

Nós, mulheres negras, fazemos parte de um contingente de mulheres, provavelmente majoritário, que nunca reconheceram em si mesmas esse mito, por que nunca fomos tratadas como frágeis. Fazemos parte de um contingente de mulheres que trabalharam durante séculos como escravas nas lavouras ou nas ruas, como vendedoras, quituteiras, prostitutas... Mulheres que não entenderam nada quando as feministas disseram que as mulheres deveriam ganhar as ruas e trabalhar. (Carneiro, 2003, p.50-51)

Katherine iniciou sua jornada profissional como professora, mas ao saber que o Comitê Nacional para Aconselhamento sobre Aeronáutica da NACA (que depois se chamaria NASA), estava recrutando profissionais na área de matemática, especialmente negros, ela ingressou na agência em 1953. Seus primeiros anos foram dedicados à computação e análise de dados aeronáuticos, contribuindo para a evolução das aeronaves da agência.

Katherine foi designada posteriormente para a Divisão de Controle e Orientação da Divisão de Pesquisa de Voo, embora ela e outras mulheres negras enfrentassem segregação, trabalhando e utilizando instalações separadas até 1958. A partir desse ano até sua aposentadoria em 1986, ela atuou como técnica aeroespacial, contribuindo significativamente para o Programa Mercury, Programa Gemini e projetos como o Apollo 11 em 1969, que representou o marco histórico da chegada do homem à Lua.

Ao longo de sua carreira, Katherine destacou-se como uma figura proeminente na ciência espacial e computação. Seu impacto foi reconhecido com diversas honrarias, incluindo a Medalha Presidencial da Liberdade em 2015, concedida pelo presidente Barack Obama. Katherine Coleman Goble Johnson tornou-se um ícone para mulheres negras em Ciências,

Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM), sendo imortalizada em livros, no filme "Estrelas Além do Tempo" e com o nome do prédio de Pesquisa Computacional da NASA, um tributo à sua grandiosidade como cientista e matemática. Seu legado transcende o tempo, inspirando as gerações futuras.



Figura 6.2 – Katherine recebendo a Medalha Presidencial da Liberdade em 2015.

Fonte: Wikipédia².



Figura 6.3 – Katherine em frente ao prédio cujo nome inspirou

Fonte: Revista Galileu³

6.3 OBRAS DE KATHERINE COLEMAN GOBLE JONHSON

6.3.1 Pesquisas e Relatórios Técnicos

Ao longo de sua carreira, Katherine Coleman Goble Johnson coautora de 26 relatórios de pesquisa que abordavam uma ampla gama de tópicos relacionados à aeronáutica e à exploração espacial. Esses relatórios não eram apenas documentos técnicos; representavam avanços substanciais na compreensão matemática e científica necessária para planejar e executar missões espaciais. Seus cálculos precisos e análises de dados foram cruciais para resolver desafios complexos enfrentados pela NASA, contribuindo diretamente para o sucesso de inúmeras iniciativas espaciais.

6.3.2 Navegação Espacial

O trabalho de Johnson na navegação espacial foi particularmente notável, destacando-se durante a corrida espacial. Os desafios enfrentados eram consideráveis, pois realizar um voo

orbital sem riscos demandava conhecimentos físicos e matemáticos aprofundados, bem como inúmeras tentativas para diagnosticar e corrigir possíveis problemas. Apesar das adversidades constantes, a confiança em Katherine prevaleceu, levando-a a desempenhar um papel fundamental no histórico evento de colocar um homem no espaço, o astronauta John Glenn. Ela foi responsável por calcular toda a trajetória da missão com precisão, superando muitos de seus colegas masculinos (Shetterly, 2016), permitindo que as espaçonaves alcançassem órbitas específicas e retornassem à Terra com segurança. Johnson desempenhou um papel vital no estabelecimento das bases matemáticas que possibilitaram os primeiros vôos orbitais tripulados.

6.3.3 Projeto Mercury, Projeto Gemini e Apollo 11

Ao longo dos programas espaciais Project Mercury e Project Gemini, Johnson desempenhou um papel crucial no cálculo de trajetórias e procedimentos de voo. Sua contribuição foi mais evidente no Apollo 11, a missão histórica que levou os primeiros astronautas à Lua em 1969. Seus cálculos precisos e análises de dados foram essenciais para determinar os momentos críticos da missão, desde a janela de lançamento até a entrada e saída da órbita lunar.

6.3.4 Reconhecimento e Prêmios

A influência de Johnson transcendeu suas contribuições científicas, refletindo-se nos inúmeros prêmios e reconhecimentos que recebeu ao longo de sua carreira. Em 2015, o presidente Barack Obama concedeu a Medalha Presidencial da Liberdade a Johnson, destacando não apenas suas realizações individuais, mas também seu papel pioneiro como uma das primeiras mulheres negras a desbravar o campo da ciência e tecnologia.

As "obras" de Katherine Coleman Goble Johnson representam, portanto, um legado duradouro de realizações científicas, contribuições excepcionais para a exploração espacial e um exemplo inspirador de perseverança e excelência em um ambiente que, em sua época, era predominantemente masculino e racialmente segregadas. Sua trajetória continua a inspirar e motivar as futuras gerações de cientistas e pesquisadores.

7 MARIA LAURA MOUZINHO LEITE LOPES



Figura 7.1 – Maria Laura Mouzinho Leite Lopes.

Fonte: SciELO¹.

7.1 VIDA PESSOAL

Em janeiro de 1917, na acolhedora cidade de Timbaúbas, Pernambuco, nasceu Maria Laura Mouzinho, fruto da união entre Laura Moura Mouzinho, uma dedicada professora do ensino primário, e Oscar Mouzinho, um comerciante local autodidata. A família, composta por nove filhos, conforme relato de Pereira (2015), proporcionou a Maria Laura um ambiente inicial de aprendizado e valores.

Durante seus anos formativos, Mouzinho trilhou seus primeiros passos educacionais em Recife, mas foi a partir de 1932 que sua jornada acadêmica tomou novo rumo ao ingressar na Escola Normal de Pernambuco, onde, até 1934, teve a fortuna de cruzar caminhos com o inspirador professor Luiz de Barros Freire, como atestam Fernandez e Amaral (2020).

A mudança para o Rio de Janeiro, em 1935, marcou uma nova fase em sua vida, com matrícula no Instituto Lafayette, seguida pela transferência para Petrópolis no ano seguinte, onde se tornou aluna do Colégio Sion.

O aspecto pessoal de Maria Laura se entrelaça com sua pesquisa, dedicação à educação e à busca constante por conhecimento, moldando sua trajetória desde os anos iniciais.

¹ http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-65862015000100016. Acesso em: 26 jan. 2024.

7.2 VIDA PROFISSIONAL

A transição para a vida profissional de Maria Laura Mouzinho foi marcada por seu ingresso na Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi), onde, conforme Segadas, Nasser e Tinoco (2013) descrevem, cursou Bacharelado em Matemática em 1941 e licenciatura em 1942. No ano seguinte, em 1943, deu início à sua carreira docente como Assistente do Departamento de Matemática da FNFfi.

Ao longo dos anos, Maria Laura destacou-se ocupando todos os cargos disponíveis no Departamento de Matemática, alcançando a posição de Professora Titular durante a reforma universitária de 1967. Sua atuação extrapolou os limites da academia, contribuindo para entidades científicas como o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) em 1949. No mesmo ano, tornou-se a primeira mulher a ministrar aulas de Geometria no recém-criado Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA). Sua participação na criação do Conselho Nacional de Pesquisa, em 1951, e o ingresso como Membro Titular na Academia Brasileira de Ciência (ABC) ressaltam seu impacto e pioneirismo na comunidade científica.

Profundamente comprometida com a quebra de barreiras sexistas, Maria Laura Mouzinho, após casar-se com o renomado físico Professor José Leite Lopes em 1956, enfrentou desafios ao trabalhar nos Estados Unidos, conforme registros de Fernandez e Amaral (2020).

O ápice de sua carreira foi abruptamente interrompido em 1969 devido à instabilidade política no Brasil, resultando na aposentadoria compulsória de Maria Laura e outros membros da Academia Brasileira de Ciência (ABC) na UFRJ. Proibida de exercer sua profissão no Brasil, viu-se forçada ao exílio nos Estados Unidos. Contudo, longe de se dar por vencida, iniciou pesquisas na área de Educação Matemática, consolidando-se como uma respeitada pesquisadora tanto nacional quanto internacionalmente.

O retorno ao Brasil, em 1974, marcou uma nova fase de contribuições significativas de Maria Laura. Dedicou-se à formação de professores e ao aprimoramento do ensino de matemática em todos os níveis educacionais, ministrando cursos na Escola Israelita Brasileira Eliezer Eistenbarg e no Centro Educacional de Niterói.

Seu compromisso com a Educação Matemática refletiu-se na fundação da SBEM (Sociedade Brasileira de Educação Matemática) em janeiro de 1988, seguida pela criação da regional SBEM/RJ, e o Projeto Fundão na UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro). O reconhecimento de sua trajetória veio em 1996, ao ser agraciada com o título de "Professora Emérita da Universidade Federal do Rio de Janeiro". Em 2001, recebeu o título de "Professora Honorária da SBEM" (Borges et al., 2021).

Maria Laura Mouzinho faleceu em 20 de junho de 2013, deixando um legado como referência matemática feminina no Brasil e no mundo. Sua dedicação incansável ao ensino e à pesquisa inspirou gerações de mulheres, consolidando-se como um exemplo inspirador e influente.

7.3 OBRAS DE MARIA LAURA MOUZINHO LEITE LOPES

7.3.1 Projeto Fundão

O Projeto Fundão, sob a coordenação da renomada pesquisadora Maria Laura Mouzinho Leite Lopes, representou uma iniciativa inovadora no cenário educacional brasileiro. No final de 1982, um grupo de professores do Instituto de Matemática (IM) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), liderado por Maria Laura, apresentou e teve aprovado o "Projeto de Formação Para Professores de 1º, 2º e 3º Grau" em resposta ao edital do Ministério da Educação (SESU/MEC) para o Programa de Integração da Universidade com o Ensino do 1º Grau. No ano de 1983, as ações desenvolvidas nos Institutos de Física, Biologia, Geociências, Química, além do Instituto de Matemática, uniram-se para implantar o "Projeto Fundão - Desafio para a Universidade", coordenado pela Profa. Maria Laura. O Projeto Fundão tornou-se parte do Sub-Programa de Educação para Ciência (SPEC), integrando o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) e sendo gerenciado pela CAPES.

O Projeto Fundão apresentava aspectos inovadores, sendo um projeto único que integrava dois centros CCMN (Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza) e CCS (Centro de Ciências da Saúde) e cinco institutos da UFRJ, consolidando ações em uma universidade anteriormente fragmentada. Um dos princípios fundamentais era a participação ativa de professores universitários, professores da escola básica e graduandos da universidade como co-responsáveis por todas as ações, destacando-se como um trabalho realizado por professores para professores.

Esse projeto representou o início da abertura da UFRJ como espaço de desenvolvimento profissional para professores da educação básica. Maria Laura, como coordenadora do Projeto Fundão, desempenhou papel crucial, participando do Grupo de Trabalho do SPEC a nível nacional. Em 1990, o SPEC criou a Rede Rio de Janeiro, englobando diversos projetos ligados ao Programa, e Maria Laura esteve à frente, coordenando-a até a extinção do programa em 1993.

Maria Laura continuou a liderar o Projeto Fundão, mesmo diante de desafios financeiros. O setor de Matemática do Projeto Fundão (PF-Mat), sob sua coordenação geral, atuou ativamente na melhoria do ensino e aprendizagem da Matemática no Brasil. O projeto contribuiu para a formação e formação continuada de professores, culminando na criação do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática em 2006, onde Maria Laura foi parte integrante do corpo docente.

Além de coordenar o Projeto Fundão, Maria Laura também desempenhou um papel essencial na criação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) em 1988, atuando ativamente na melhoria do ensino e aprendizagem da Matemática no Brasil. Sua dedicação à formação de professores e à pesquisa em Educação Matemática se reflete em sua vasta produção acadêmica e na orientação de trabalhos científicos ao longo de sua notável carreira.

No âmbito do Projeto Fundão, Maria Laura Mouzinho Leite Lopes não apenas desempenhou o papel de coordenadora geral, mas também orientou de maneira contínua o Subgrupo

Formação de Professores. Esse subgrupo contava com a participação de professores do Instituto de Matemática (IM), educadores da educação básica, denominados multiplicadores, e estudantes do Curso de Licenciatura em Matemática do IM, contando ainda com a participação especial da Prof^a Moema Sá Carvalho. Durante esse período, Maria Laura contribuiu significativamente para a produção do subgrupo, culminando na publicação de quatro livros, todos pela Editora IM/UFRJ:

1. "Tratamento da Informação: explorando dados estatísticos e noções de probabilidade" (1997).
2. "Tratamento da Informação: atividades para o ensino básico" (2002).
3. "Histórias para Introduzir Noções de Combinatória e Probabilidade" (2004).
4. "Grafos: jogos e desafios" (2010).

Além dessas publicações, Maria Laura, em colaboração com a Prof^a Lílian Nasser, co assinou o livro "Geometria: na era da imagem e do movimento" (1996), também pela Editora da UFRJ, sob a égide do PF-Mat.

A trajetória de Maria Laura no Projeto Fundão remonta a 1988, quando, no mesmo subgrupo, ela coordenou a pesquisa para o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), com o título "Formação de Formadores de Professores". Esse estudo tinha como objetivo detectar as deficiências do Curso de Formação de Professores, antigo Curso Normal.

As contribuições acadêmicas de Maria Laura não se restringem ao Projeto Fundão. Em 1962, sua obra "Conceitos Fundamentais da Geometria" foi publicada pela Editora do Instituto de Matemática da Universidade Nacional Del Sur, em Bahia Blanca, Argentina. Ela também publicou artigos na "Educação Matemática Em Revista", revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), como o artigo "Frações - dos resultados de pesquisa à prática em sala de aula" (1994) em colaboração com a Prof^a Lucia Tinoco - IM/UFRJ.

A continuidade de suas publicações inclui contribuições na "Revista do Professor de Matemática" da Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), como o artigo "Hebert Fremont: o ensino da Matemática através de suas aplicações" (1984).

Ao longo de sua carreira acadêmica, Maria Laura não apenas orientou diversos trabalhos científicos, incluindo dissertações de mestrado e teses de doutorado, mas também participou ativamente de bancas de defesa em várias instituições do Brasil. Sua dedicação em incentivar novos talentos e acompanhá-los em suas trajetórias profissionais foi uma constante em todos esses momentos.

7.3.2 Livro - Grafos: Jogos e Desafios

O livro "Grafos: Jogos e Desafios" coordenado por Maria Laura propõe uma abordagem inovadora e interdisciplinar para a teoria dos grafos no contexto do ensino médio, com foco na aplicação prática dessa teoria em situações do cotidiano. Na unidade 13, que aborda matrizes, destaca-se a ênfase na representação de redes de comunicação por meio de grafos. As autoras

incentivam a leitura e interpretação da atividade em duplas, seguindo a perspectiva de inquirição proposta por Enerst (1996), que busca caracterizar métodos de descoberta guiada, resolução de problemas e abordagem investigativa.

Durante a resolução das atividades propostas, os alunos são guiados a registrar as investigações estabelecidas ao longo do desenvolvimento, proporcionando um momento privilegiado de reflexão sobre o processo de aprendizagem. Destaca-se a importância de compreender que uma ideia matemática pode ser representada de diversas maneiras, conforme enfatizado por Duval (2003, 2009), que destaca a multiplicidade de representações semióticas na matemática.

O livro apresenta atividades que envolvem a interpretação de diagramas e a codificação em matrizes, representando uma mudança no registro da atividade. As autoras também exploram a diversidade de representações semióticas ao propor exercícios que envolvem a transposição de registros de representação, auxiliando os alunos a desenvolverem o pensamento matemático por meio da familiarização com diferentes formas de representação.

O capítulo é concluído com a seção "Invente Você", na qual os alunos têm a oportunidade de criar problemas a partir de situações apresentadas. Essa abordagem estimula a criatividade dos estudantes, permitindo variações nos registros de representação, seja geométrico, algébrico ou em linguagem natural. O livro, em sua totalidade, é elogiado por apresentar uma visão interdisciplinar e prática da teoria dos grafos, alinhada aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

As autoras ressaltam a importância de se desvincular de pré-conceitos, enfatizando que o tema dos grafos pode ser abordado em diversas áreas da matemática, proporcionando uma integração eficaz entre o conteúdo escolar e sua aplicação em situações reais. O livro é considerado valioso para a promoção da aprendizagem significativa, destacando-se pela sistematização das atividades introdutórias sobre grafos, que, por vezes, são pouco abordadas nos currículos de Matemática.

8 EVELYN BOYD GRANVILLE



Figura 8.1 – Evelyn Boyd Granville.

Fonte: The Elective¹.

8.1 VIDA PESSOAL

Evelyn Boyd Granville, nascida em 1924 em Washington D.C., viu sua vida pessoal marcada por circunstâncias desafiadoras desde o início. Criada exclusivamente por sua mãe após o divórcio de seus pais, enfrentou as adversidades de uma sociedade segregada por leis discriminatórias.

A infância de Granville transcorreu em uma cidade onde leis segregatórias eram a norma, mas sua determinação e desejo de superar as limitações sociais a impulsionaram a desafiar as expectativas impostas às pessoas negras na época. Sua passagem pela Dunbar High School, uma instituição exclusiva para estudantes negros, foi marcada pelo destaque acadêmico, com notas extraordinárias que sinalizavam sua futura trajetória brilhante.

A relação íntima com sua mãe, aliada à persistência e dedicação aos estudos, abriu caminho para seu ingresso no Smith College. O apoio financeiro recebido de sua mãe, tia e da Sociedade Phi Beta Kappa foi essencial para permitir a continuidade de seus estudos em Matemática, Física Teórica e Astronomia, culminando na conclusão bem-sucedida de seu curso de graduação em 1945.

A busca pelo conhecimento não se limitou à graduação, alcançando seu ápice em 1949, quando se tornou a segunda mulher negra a conquistar um doutorado em Matemática nos Estados Unidos, pela renomada Universidade Yale. Esse feito extraordinário destacou não apenas sua habilidade acadêmica excepcional, mas também sua resiliência diante de desafios pessoais e sociais.

¹ <https://elective.collegeboard.org/evelyn-boyd-granville-computer-science-pioneer>. Acesso em: 27 jan. 2024.

8.2 VIDA PROFISSIONAL

A carreira profissional de Evelyn Boyd Granville é marcada por uma série de realizações notáveis, consolidando-se como uma figura proeminente no campo da Matemática e Ciências relacionadas.

Após concluir seu doutorado, Granville prosseguiu seus estudos em equações diferenciais sob a orientação do matemático Fritz John. Entre 1950 e 1952, ela dedicou seu talento ao ensino de Matemática na Fisk University, uma instituição voltada para pessoas negras. No entanto, mesmo no papel de educadora, Granville sentiu as limitações impostas à sua ascensão acadêmica devido à sua identidade como mulher negra.

Em 1952, em busca de novas oportunidades, ingressou no cenário governamental e industrial em Washington D.C. Sua notável trajetória profissional inclui colaborações significativas no Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia e na Corporação Internacional de Máquinas de Negócios (IBM). Na IBM, ela desempenhou um papel crucial como programadora, contribuindo para os cálculos orbitais e procedimentos computacionais dos Projetos Vanguard e Mercury da NASA.

Mesmo após sua aposentadoria, em 1967, Granville manteve-se ativa na academia, lecionando Matemática para professores na Universidade Estadual da Califórnia, em Los Angeles. Seu comprometimento com a promoção da Matemática e a inspiração de outros matemáticos a explorar o potencial do campo continuaram a ser marcas distintivas de sua vida profissional.

Ao refletir sobre seu legado, Granville destacou com orgulho sua contribuição como mulher afro-americana, enfatizando a importância de desafiar estereótipos e reconhecer o intelecto inato em todas as pessoas. Sua vida profissional, repleta de conquistas e inovações, serve como um testemunho inspirador de como a determinação pode superar as barreiras, deixando um impacto duradouro no campo da Matemática e além.

8.3 OBRAS DE EVELYN BOYD GRANVILLE

Evelyn Boyd Granville focou seus estudos em Análise Funcional e Equações Diferenciais durante seu curso de doutorado. Ela completou seu doutorado com uma tese intitulada "On Laguerre Series in the Complex Domain", que, em português, pode ser traduzida como "As Séries de Laguerre no Domínio Complexo". Resumidamente, Granville dedicou-se ao estudo de séries matemáticas com a seguinte forma:

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} f_n L(\alpha)_n(z), \quad \alpha > -1, \quad (8.1)$$

em que, $L(\alpha)_n$ são polinômios de Laguerre de uma variável complexa z , definidos por

$$e^{-z} z^\alpha L(\alpha)_n = \frac{1}{n!} \frac{d^n}{dz^n} (e^{-z} z^{n+\alpha}). \quad (8.2)$$

Foi mostrado que a convergência do domínio da série está no interior de uma parábola e que a série representa uma função analítica nesse domínio. Utilizou-se o operador diferencial

$$\delta_z = -z \frac{d^\alpha}{dz^\alpha} + (z - \alpha - 1) \frac{d}{dz} \quad (8.3)$$

e estabeleceram-se algumas propriedades do operador δ_z e das funções δ_z que foram úteis na discussão das singularidades da função $f(z)$ definida pela série de Laguerre na fronteira do domínio de convergência da série, sob várias suposições sobre os coeficientes f_n . Apresentou-se as condições que determinaram o domínio de existência de $f(z)$. Além disso, deu exemplos de sequências de fatores a_n que são tais que se

$$F(z) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n f_n L(\alpha)_n(z), \quad (8.4)$$

então essa série converge em um domínio que pelo menos tão grande quanto o domínio de convergência da série $\sum_{n=0}^{\infty} f_n L(\infty)_n(z)$, e a função $F(z)$ pode ser contínua analiticamente ao longo de qualquer trajetória finita ao longo da qual $f(z)$ possa ser contínua dessa forma.

Após a defesa de seu doutorado, Granville seguiu estudando equações diferenciais com o matemático Fritz John. De 1950 a 1952, lecionou Matemática na Fisk University, uma universidade para pessoas negras, mas em todo período se mostrava insatisfeita por não poder acessar mais espaços acadêmicos por ser uma mulher negra.

Em 1952, buscou empregos governamentais e industriais na cidade de Washington D.C. Trabalhou no Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (National Institute of Standards and Technology), e teve a oportunidade também de trabalhar na Corporação Internacional de Máquinas de Negócios (International Business Machines Corporation), conhecida como IBM.

Na função de programadora na IBM, Evelyn Boyd Granville integrou a mesma equipe responsável pela formulação de cálculos orbitais e desenvolvimento de procedimentos computacionais para os Projetos Vanguard e Mercury da NASA. Sua atuação foi crucial na implementação de sistemas computacionais que desempenharam um papel vital nas missões espaciais trabalhando com temas como:

8.3.1 Cálculos de Órbita

Granville desempenhou um papel fundamental nos cálculos orbitais, envolvendo a aplicação de princípios matemáticos complexos para prever com precisão as trajetórias de sondas e cápsulas espaciais. Isso incluiu a resolução de equações diferenciais que modelam as forças gravitacionais e outras influências no movimento orbital. Os cálculos eram vitais para determinar as posições futuras dos objetos espaciais em suas órbitas planejadas.

8.3.2 Planejamento de Manobras Espaciais

Sua contribuição no planejamento de manobras espaciais envolveu a criação de estratégias para ajustar trajetórias, transferências entre órbitas e correções de curso. Isso exigiu uma compreensão profunda da física orbital e a capacidade de antecipar e resolver problemas potenciais durante a missão. A eficiência dessas manobras impactou diretamente o sucesso das missões.

8.3.3 Desenvolvimento de Algoritmos

Como programadora experiente, Granville desempenhou um papel crucial no desenvolvimento de algoritmos computacionais. Ela escreveu código para resolver equações diferenciais complexas e implementar métodos numéricos necessários para realizar cálculos orbitais precisos. O desenvolvimento desses algoritmos foi essencial para automatizar e otimizar os processos envolvidos nos cálculos.

8.3.4 Integração de Dados

Sua responsabilidade na integração de dados envolveu reunir informações de várias fontes, como satélites, observações terrestres e outros dados relevantes. A qualidade e a precisão dos cálculos orbitais dependiam diretamente da capacidade de Granville integrar esses dados de maneira coesa, proporcionando uma visão abrangente das condições espaciais.

8.3.5 Colaboração em Equipes Multidisciplinares

Trabalhar em equipes multidisciplinares exigiu a colaboração estreita com engenheiros, físicos e outros especialistas. Granville integrou seus conhecimentos matemáticos com as necessidades práticas das missões espaciais, assegurando que os cálculos orbitais estivessem alinhados com os requisitos técnicos e operacionais. A comunicação eficaz entre essas disciplinas foi vital para o sucesso global das missões.

O trabalho de Evelyn Boyd Granville nas atividades espaciais foi, portanto, uma combina-

ção complexa de teoria matemática avançada, programação de algoritmos, análise de dados e colaboração em equipe. Sua habilidade em conectar esses elementos foi crucial para o avanço das missões espaciais nas quais esteve envolvida.

9 KAREN UHLENBECK

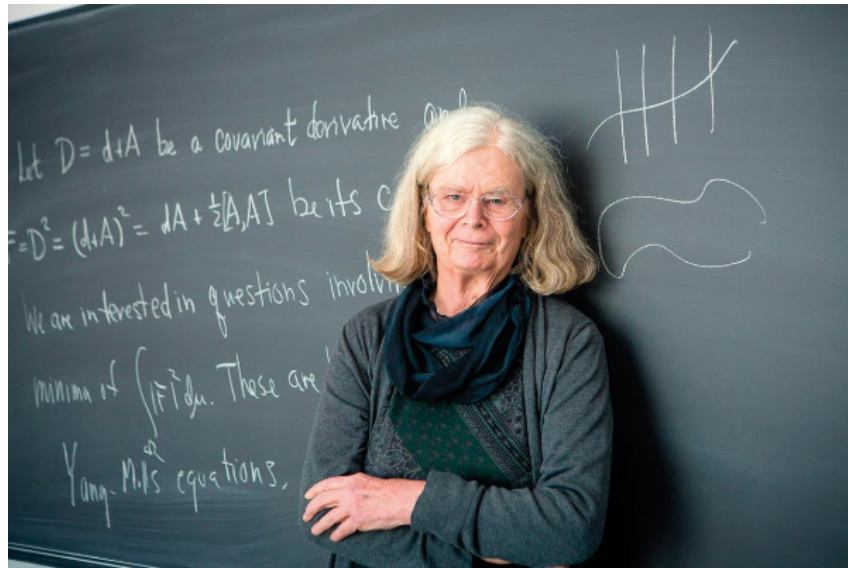


Figura 9.1 – Karen Uhlenbeck.

Fonte: CNN World¹.

9.1 VIDA PESSOAL

Karen Keskulla Uhlenbeck, nascida em 1942, emergiu como uma figura proeminente na comunidade matemática americana, mas sua jornada transcendeu as conquistas profissionais, revelando uma narrativa complexa em sua vida pessoal.

Ela cresceu em um ambiente desafiador, onde a matemática se tornou não apenas uma paixão, mas uma força motriz desde cedo. Enquanto sua formação inicial era em física, as aulas de cálculo na Universidade de Michigan despertaram seu amor pela matemática, orientando-a para um caminho que transformaria sua vida.

Casou-se com o bioquímico Olke Uhlenbeck e enfrentou obstáculos únicos como uma mulher na academia, onde muitas instituições resistiam à ideia de contratar casais para evitar nepotismo. Sua persistência e determinação durante esses desafios pessoais destacam não apenas sua habilidade matemática excepcional, mas também sua resiliência diante das barreiras sociais e de gênero.

¹ <https://edition.cnn.com/2019/03/19/world/karen-uhlenbeck-abel-prize-mathematics-trnd/index.html>. Acesso em: 27 jul. 2024.

9.2 VIDA PROFISSIONAL

A carreira de Karen Keskulla Uhlenbeck na matemática é um testemunho de suas conquistas excepcionais e da superação de adversidades. Optando por seguir uma carreira dedicada à matemática e pesquisa, ela enfrentou desafios significativos em um ambiente onde mulheres e pessoas negras ainda eram minorias notáveis.

Karen teve dificuldade para encontrar um posto fixo de professora. As universidades alegavam não poder contratar mulher e marido para evitar nepotismo. “Eu preferiria que tivessem sido honestos e dito que não me contratariam por eu ser mulher”, escreveu em um perfil autobiográfico no livro *Journeys of women in science and engineering: No universal constants* (Temple University Press, 1999). Seu primeiro trabalho como professora foi apenas o início de uma jornada que a levaria a descobertas notáveis nas equações diferenciais parciais geométricas, teoria de calibre e sistemas integráveis. A resistência institucional à contratação de mulheres na academia levou-a a uma busca constante por posições fixas, uma batalha que ela enfrentou com resiliência e determinação.

A contribuição de Uhlenbeck vai além de suas pesquisas inovadoras; ela desempenhou um papel vital na formação da próxima geração de mulheres matemáticas. Seu programa de mentoria em Austin demonstra um compromisso ativo em criar oportunidades e superar as disparidades de gênero no campo da matemática.

O Prêmio Abel, concedido em 2019, foi o ápice de sua carreira, marcando não apenas suas realizações individuais, mas também simbolizando um avanço na luta por igualdade de gênero na matemática. O reconhecimento do Prêmio Abel em 2019, nas palavras do presidente da Comissão Abel, Hans Munthe-Kaas, foi concedido "em reconhecimento ao seu trabalho fundamental em análise geométrica e teoria de calibre, que transformou dramaticamente o cenário matemático". Sua contribuição transformadora e seu compromisso contínuo com a excelência matemática deixam um legado inspirador para as futuras gerações.

9.3 ATUAÇÃO PELA IGUALDADE DE GÊNERO NA MATEMÁTICA

Além de reconhecer os notáveis feitos da pesquisadora, a Academia Norueguesa de Ciências enfatizou seu papel como defensora incansável da igualdade de gênero nas áreas de Ciência e Matemática. O destaque de Karen Uhlenbeck como vencedora do Abel Prize não apenas celebra quatro décadas de pesquisa exemplar, mas também ressalta a persistência que foi necessária para superar um ambiente predominantemente masculino. Uhlenbeck enfrentou repetidas sugestões de que deveria abandonar a Matemática e retornar para casa.

Em 1990, o diretor-geral do IMPA, Marcelo Viana, testemunhou a palestra plenária proferida por Uhlenbeck no Congresso Internacional de Matemáticos (ICM) em Kyoto, Japão. Nesse momento, ela repetiu um feito semelhante ao de Emmy Noether, que, seis décadas antes, havia recebido pela primeira vez tal distinção.

"A notícia é fantástica. Assisti à palestra plenária de Karen Uhlenbeck no ICM de 1990, a primeira dada por uma mulher desde 1932. Esta premiação reconhece devidamente a trajetória científica espetacular dela e também destaca que a Matemática não pode prescindir da participação feminina", afirmou Viana, que, um ano antes, mencionou Uhlenbeck em sua coluna na "Folha de S.Paulo", dedicada à importância da presença feminina na Matemática em março de 2018.

Além de suas notáveis realizações, Uhlenbeck é uma das fundadoras do Programa de Mulheres e Matemática, criado nos anos 1990 para atrair e capacitar mulheres na pesquisa matemática em todas as fases de suas carreiras. Ela também desempenhou um papel crucial na criação do Park City Mathematics Institute, uma instituição dedicada à formação de jovens pesquisadores e à promoção da compreensão mútua dos interesses e desafios na área.

Eleita para a Academia Americana de Artes e Ciências em 1985, membro da Academia Nacional de Ciências em 1986, agraciada com a Medalha Nacional da Ciência em 2000, o Prêmio Steele em 2007 e membro da Sociedade Americana de Matemática em 2012, Uhlenbeck recebeu o prestigioso MacArthur Fellowship em 1983.

9.4 OBRAS DE KAREN UHLENBECK

9.4.1 Equações de Monopólio

Uhlenbeck fez contribuições significativas no estudo das chamadas "equações de monopólio", que surgem em conexão com a teoria dos campos magnéticos monopólicos. Essas equações têm implicações importantes na física matemática e na teoria de Gauge.

9.4.2 Geometria das Variedades de Yang-Mills

Sua pesquisa também se estendeu à geometria das variedades de Yang-Mills, investigando as propriedades geométricas dessas variedades associadas às soluções das equações de Yang-Mills. Essa abordagem trouxe uma nova perspectiva à interseção entre geometria diferencial e física matemática.

9.4.3 Trabalho com Teoria da Conformação

Uhlenbeck trabalhou em conjunto com físicos e bioquímicos, aplicando suas habilidades matemáticas à teoria da conformação, que estuda as formas espaciais assumidas por moléculas biológicas. Essa colaboração interdisciplinar destaca a versatilidade de suas contribuições.

9.4.4 Dinâmica dos Fluidos e Superfícies Mínimas

Sua pesquisa incluiu incursões na dinâmica dos fluidos, onde ela aplicou métodos matemáticos para entender os padrões complexos de fluxo. Além disso, Uhlenbeck contribuiu para o estudo de superfícies mínimas, uma área que tem implicações em física e modelagem de interfaces.

O legado de Karen Uhlenbeck é rico e multifacetado, abrangendo uma ampla gama de tópicos e influenciando várias disciplinas dentro e fora da matemática. Sua combinação única de rigor matemático, intuição física e colaboração interdisciplinar solidificou sua posição como uma das mentes matemáticas mais notáveis de sua geração.

Trabalhos de Karen Uhlenbeck estão disponíveis para consulta na plataforma Celebratio Mathematica².

² https://celebratio.org/Uhlenbeck_K/bibf/191/517/. Acesso em: 19 set. 2024.

10 MARYAM MIRZAKHANI



Figura 10.1 – Maryam Mirzakhani.

Fonte: Pesquisa FAPESP¹.

10.1 VIDA PESSOAL

Maryam Mirzakhani nasceu em 12 de maio de 1977 em Teerã, capital do Irã. Ela era filha de Ahmad Mirzakhani, um engenheiro elétrico, e Zahra Haghghi. Cresceu em um período conturbado, vivenciando os desafios e dificuldades da guerra Irã-Iraque, que marcou sua infância. Mesmo em meio a essas adversidades, a matemática Maryam sonhava em ser escritora, mostrando desde cedo uma paixão pelas letras e pela criatividade. Seu amor pelos livros e pela escrita foi uma constante durante seus anos de formação.

Em 2005, Maryam casou-se com Jan Vondrák, um matemático tcheco. Jan Vondrák também é professor de matemática e atualmente leciona na Universidade de Stanford, uma das instituições mais prestigiadas dos Estados Unidos. O casal teve uma filha, Anahita, que trouxe grande alegria e completude à vida de Maryam. Ela se dedicava à criação de sua filha e buscava equilibrar sua vida pessoal e profissional, encontrando tempo para compartilhar momentos especiais em família, mesmo com suas responsabilidades acadêmicas e de pesquisa.

No ano de 2014, enquanto já realizava tratamentos de quimioterapia devido a um câncer de mama diagnosticado anteriormente, Maryam tornou-se a primeira mulher a ganhar a Medalha Fields, um dos prêmios mais prestigiados no campo da matemática, equivalente ao Nobel. Esse prêmio foi um marco não apenas para sua carreira, mas para toda a comunidade científica,

¹ <https://revistapesquisa.fapesp.br/exploradora-dos-espacos-curvos/>. Acesso em: 27 jul. 2024.

inspirando mulheres em todo o mundo. Maryam demonstrou uma incrível força de caráter e resiliência, continuando a trabalhar e contribuir para a matemática, mesmo enquanto lutava contra uma doença grave.

Infelizmente, em 14 de julho de 2017, aos 40 anos, Maryam Mirzakhani faleceu nos Estados Unidos, depois que o câncer se espalhou para sua medula óssea. Sua morte foi sentida profundamente pela comunidade acadêmica global, bem como por todos que a conheciam. Sua vida e seu legado deixaram uma marca indelével na história da matemática e continuam a inspirar inúmeras jovens a seguir carreiras em campos tradicionalmente dominados por homens, como a Matemática, Engenharia e Ciência da Computação. Maryam mostrou ao mundo que o talento e a capacidade intelectual não conhecem barreiras de gênero, religião ou raça, servindo de exemplo para futuras gerações.

10.2 VIDA PROFISSIONAL

Maryam Mirzakhani iniciou seu interesse pela matemática durante o último ano ensino médio, influenciada por seu irmão, que a encorajou a explorar essa área de conhecimento. Nessa época, seu irmão lhe contou sobre o problema de somar os números de 1 a 100:

Acredito que ele tenha lido em algum jornal de ciência popular sobre como Gauss resolveu esse problema. A solução me pareceu fascinante. Foi a primeira vez que apreciei uma solução elegante, mesmo não conseguindo encontrá-la por conta própria. (The Guardian, 2014)

A partir desse momento, sua paixão pela matemática começou a florescer, e ela rapidamente demonstrou um talento notável.

Em 1995, Maryam ingressou na Universidade Sharif de Tecnologia, em Teerã, uma instituição renomada e reconhecida como a principal do país em disciplinas de engenharia e ciências físicas. Lá, ela começou seu bacharelado em Matemática, onde se destacou por sua dedicação e habilidades excepcionais.

Após concluir seu bacharelado em 1999, Maryam decidiu prosseguir com seus estudos nos Estados Unidos, matriculando-se na Universidade de Harvard para realizar seu doutorado. Em Harvard, ela começou a assistir a seminários ministrados por Curtis McMullen, um renomado matemático que havia sido premiado com a Medalha Fields em 1998. Impressionado com o talento de Maryam, McMullen tornou-se seu orientador de doutorado. Em 2004, Maryam obteve seu título de Ph.D. em Matemática, com uma tese intitulada "Simple geodesics on hyperbolic surfaces and the volume of the moduli space of curves". Seu trabalho de doutorado abordou questões profundas sobre superfícies hiperbólicas e resultou em três artigos publicados em periódicos de alto nível, estabelecendo-a como uma figura de destaque no campo.

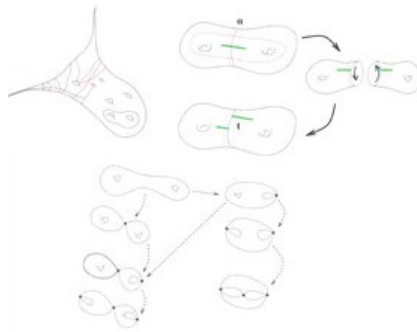


Figura 10.2 – Anotações da pesquisadora Maryam.

Fonte: Pesquisa FAPESP².

De 2004 a 2008, Maryam trabalhou no Clay Mathematics Institute, onde se envolveu em pesquisas avançadas. Paralelamente, atuou como professora na Universidade de Princeton, uma das mais prestigiadas instituições de ensino superior dos Estados Unidos. Em 2008, ela aceitou um cargo de professora na Universidade de Stanford, onde continuou suas pesquisas e se tornou uma das matemáticas mais influentes de sua geração.

10.2.1 Obras de Maryam Mirzakhani

Durante sua carreira, Maryam contribuiu significativamente em várias áreas da matemática, incluindo geometria algébrica, geometria diferencial, sistemas dinâmicos, probabilidade e topologia de baixa dimensão.

Em 2014, sua carreira atingiu um marco histórico quando ela se tornou a primeira mulher a ser agraciada com a Medalha Fields³, em reconhecimento a suas contribuições excepcionais para a matemática. Esse feito foi celebrado em todo o mundo e marcou um avanço significativo para as mulheres na ciência.

² <https://revistapesquisa.fapesp.br/exploradora-dos-espacos-curvos/>. Acesso em: 27 jul. 2024.

³ Medalha Field é a Medalha Internacional de Descobrimientos Proeminentes em Matemática. É um prêmio e a maior honraria que um matemático pode receber, concedida a dois, três ou quatro matemáticos com até 40 anos de idade durante cada Congresso Internacional da União Internacional de Matemática (IMU), que acontece a cada quatro anos.



Figura 10.3 – Maryam Mirzakhani recebe a Medalha Fields das mãos da presidente sul-coreana, Park Geun-hye.

Fonte: Observador⁴.

O livro brasileiro *A História de Hipátia e de Muitas Outras Matemáticas*, descreve que no momento da premiação, a pesquisadora achou que era uma brincadeira. "A trajetória de vida de Maryam mostra que a humanidade, que praticamente deixou de considerar a capacidade intelectual das mulheres ao longo da História, tem percebido que não se pode deixar que um talento seja desperdiçado por questões de gênero, religião ou raça", aponta a obra.

Além da Medalha Fields, Maryam recebeu uma série de prêmios e valiosas distinções acadêmicas ao longo de sua carreira:

- Medalha de ouro, Olimpíada Internacional de Matemática (Hong Kong, 1994).
- Medalha de ouro, Olimpíada Internacional de Matemática (Canadá, 1995).
- IPM Fellowship, Teerã, Irã (1995-1999).
- Harvard Junior Fellowship, Universidade de Harvard (2003).
- Prêmio AMS Blumenthal (2009)
- Convite para falar no Congresso Internacional de Matemáticos em 2010, sobre o tema "Topologia, Sistemas Dinâmicos e ODE".
- Simons Investigator Award (2013).
- Plenarista no Congresso Internacional de Matemáticos (ICM, 2014).
- Eleita Associada Estrangeira da Academia Francesa de Ciências (2015).

⁴ <https://observador.pt/especiais/toda-beleza-da-matematica/>. Acesso em: 27 jul. 2024.

- Eleita Membro da Sociedade Filosófica Americana (2015).
- Eleita Membro da Academia Americana de Artes e Ciências (2017).

Maryam Mirzakhani é lembrada não apenas por suas conquistas acadêmicas e sua brilhante mente matemática, mas também por seu espírito inspirador e seu papel como pioneira para mulheres na matemática. Sua trajetória profissional reflete uma combinação única de talento, perseverança e paixão pela ciência, tornando-a uma figura exemplar para as futuras gerações de matemáticos.

11 RELATO DE EXPERIÊNCIA: APRESENTAÇÃO NA BIENAL DA MATEMÁTICA

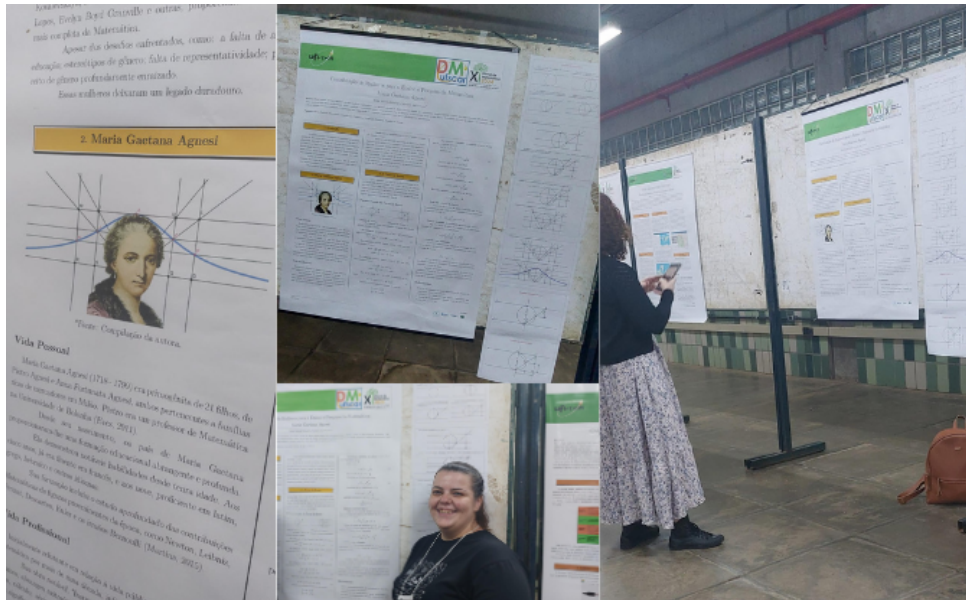


Figura 11.1 – Registros da apresentação na Bienal da Matemática em Agosto de 2024

Fonte: Compilação da Autora

A participação na Bienal da Matemática foi um marco significativo na minha jornada acadêmica, proporcionando uma experiência enriquecedora tanto no aspecto profissional quanto pessoal. A apresentação do meu trabalho foi um momento de grande importância e aprendizado, que gostaria de compartilhar neste relato.

Durante o evento, a oportunidade de compartilhar meus achados com uma audiência composta por acadêmicos, estudantes e profissionais da área de matemática foi verdadeiramente inspiradora. A Bienal ofereceu um ambiente estimulante e acolhedor, onde o intercâmbio de ideias e experiências foi fundamental. A interação com outros pesquisadores e a participação em discussões enriquecedoras ampliaram minha perspectiva sobre o campo da matemática e o impacto das minhas descobertas.

A recepção do público foi bastante positiva, e os feedbacks recebidos foram valiosos. Perguntas desafiadoras e sugestões construtivas ajudaram-me a refletir sobre diferentes abordagens e a considerar novas direções para futuras pesquisas.

Um dos aspectos mais marcantes da Bienal foi o contato com colegas que compartilham interesses semelhantes. As conversas informais e as trocas de experiências foram momentos de aprendizado significativo, que contribuíram para o crescimento pessoal e profissional. A experiência reforçou minha paixão pela matemática e consolidou minha decisão de continuar aprofundando meus estudos na área.

Durante a Bienal, os pilares externos do Departamento de Matemática foram adornados com pôsteres das mulheres estudadas neste trabalho, o que despertou grande interesse e curiosidade por parte dos visitantes. No dia da apresentação, várias pessoas vieram me procurar, demonstrando um forte interesse no meu trabalho, especialmente por se tratar de um tema pouco estudado e abordado na área.

Em resumo, a participação na Bienal da Matemática foi uma experiência memorável e enriquecedora. A apresentação do meu trabalho não apenas me proporcionou uma plataforma para compartilhar minhas pesquisas, mas também me permitiu aprender e crescer como acadêmica. Estou grata por ter tido a oportunidade de participar de um evento tão prestigioso e inspirador, e ansiosa para aplicar os conhecimentos e insights adquiridos em futuras empreitadas acadêmicas.

12 APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

Para concluir o TCC 1 e dar continuidade ao TCC 2, foi necessário realizar uma aplicação em sala de aula utilizando o tema desenvolvido. Escolhi trabalhar com o 9º ano do Ensino Fundamental, em uma Escola Particular de uma cidade no interior de São Paulo, onde trabalho. O professor da escola permitiu a execução das atividades e auxiliou durante todo o processo.

O tema selecionado foi **Hipátia e o Astrolábio**, focado na História da Matemática, em especial na matemática grega Hipátia, e no funcionamento do astrolábio, um instrumento astronômico. A aula buscou também relacionar esses conceitos com as **razões trigonométricas**, explorando distâncias e ângulos, conforme previsto no plano de aula.

Objetivos e Metodologia O principal objetivo era introduzir os alunos à História da Matemática e ao funcionamento do astrolábio, demonstrando como conceitos matemáticos, como as razões trigonométricas, estão presentes nesse contexto histórico. Para isso, segui o cronograma previsto no plano de aula, que incluiu:

1. Problematização Inicial: Iniciei a aula com a pergunta: *“Me dê o nome de uma mulher que estudou matemática?”* Ao longo da pesquisa dos alunos, o nome de Hipátia foi levantado, proporcionando a introdução de sua história como a primeira mulher matemática registrada.

2. Pesquisa e Discussão sobre Hipátia: A partir da pesquisa inicial, compartilhei a biografia de Hipátia, destacando sua contribuição para a matemática e astronomia, além de sua atuação no desenvolvimento do astrolábio. Esse instrumento era utilizado na antiguidade para medir a posição dos astros, sendo a base para a atividade prática da aula.

3. Construção do Astrolábio: Seguindo o plano de aula, guiei os alunos na construção de um astrolábio caseiro utilizando materiais simples como papelão, barbante, palito e transferidor. Cada grupo de alunos montou o instrumento conforme as instruções, promovendo uma experiência prática e interativa.

4. Uso do Astrolábio: Com os astrolábios construídos, os alunos foram convidados a realizar medições na escola. A atividade prática consistia em medir a altura de objetos, como árvores e postes, utilizando o astrolábio para obter o ângulo e aplicar as razões trigonométricas para calcular as alturas.

Aplicação das Razões Trigonométricas Durante a atividade, discutimos como as razões trigonométricas – seno, cosseno e tangente – poderiam ser usadas para resolver problemas envolvendo triângulos retângulos. Os alunos calcularam as alturas dos objetos medidos, aplicando a fórmula da tangente para determinar a altura do cateto oposto, de acordo com o ângulo obtido pelo astrolábio.

Resultados e Conclusão Os alunos demonstraram grande interesse pela parte histórica da aula, especialmente pela figura de Hipátia. A construção do astrolábio e a aplicação prática das razões trigonométricas mostraram-se eficazes para o desenvolvimento de suas habilidades em matemática. Através da atividade, os alunos foram capazes de entender como conceitos

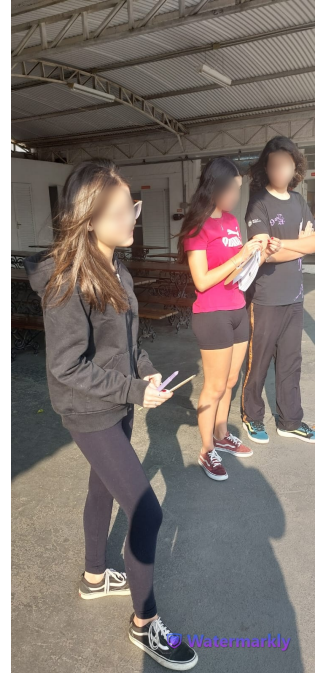
teóricos podem ser aplicados a situações do cotidiano, como a medição de distâncias.

A aula foi finalizada com uma discussão sobre a importância de mulheres como Hipátia para o desenvolvimento da ciência e a influência que seu legado teve, não só na matemática, mas também em outras áreas do conhecimento.

Registros das Aulas







13 LINHA DO TEMPO DAS MULHERES MATEMÁTICAS

MULHERES na Matemática

Trabalho completo



**Hipátia
de
Alexandria**

370 d.C.

Filósofa, matemática e astrônoma grega. Ela liderou a Escola Neoplatônica em Alexandria e contribuiu para a matemática e astronomia. Hipátia foi morta por uma multidão cristã, tornando-se um símbolo do pensamento livre e da razão.

Matemática e filósofa italiana. Ela é famosa por seu trabalho em cálculo e análise matemática, especialmente por sua obra *Instituzioni analitiche*. Agnesi foi a primeira mulher a escrever um livro abrangente sobre cálculo. Também conhecida por sua curva matemática, a "Versiera de Agnesi".

1718

**Maria
Gaetana
Agnesi**



Matemática francesa, conhecida por suas contribuições à teoria dos números e à elasticidade. Trabalhou em importantes problemas matemáticos, incluindo o Último Teorema de Fermat. Germain também fez avanços na teoria das superfícies elásticas, sendo a primeira mulher a ganhar um prêmio da Academia Francesa de Ciências.



**Marie-
Sophie
Germain**

1776

Matemática russa, pioneira no campo da análise e das equações diferenciais. Ela foi a primeira mulher na Europa a obter um doutorado em matemática e a primeira a ocupar uma cátedra universitária na Suécia. Kovalevskaya fez contribuições significativas para a teoria dos anéis de Saturno e o estudo das rotações rígidas. Sua carreira abriu portas para mulheres nas ciências.

1850

**Sofia
Kovalevskaya**



Matemática alemã, conhecida pelo Teorema de Noether, que liga simetrias às leis de conservação na física. Ela também fez contribuições importantes à álgebra abstrata, sendo uma das matemáticas mais influentes de sua época.



**Emmy
Noether**

1882

Matemática brasileira conhecida por sua contribuição ao ensino e à pesquisa em matemática. Ela tem destaque por seu trabalho em educação matemática e no desenvolvimento de metodologias voltadas para o ensino dessa disciplina no Brasil. Sua atuação é voltada para melhorar a compreensão e o aprendizado de matemática, especialmente em contextos educacionais.

1917

**Maria
Laura Leite
Lopes**



Matemática norte-americana que fez contribuições fundamentais para a NASA durante a corrida espacial. Especialista em cálculos de trajetórias orbitais e desempenhou um papel crucial em missões como o voo de John Glenn, o primeiro americano a orbitar a Terra. Foi uma pioneira na luta por igualdade dentro do campo científico.



**Katherine
Goble
Johnson**

1918

Uma das primeiras mulheres afro-americanas a obter um doutorado em matemática nos EUA. Ela trabalhou na NASA em projetos espaciais, como o programa Apollo, e também se destacou na educação matemática.

1924

**Evelyn
Boyd
Granville**



Matemática americana conhecida por seu trabalho em equações diferenciais parciais e geometria diferencial. Ela foi a primeira mulher a ganhar o Prêmio Abel, um dos mais prestigiados da matemática. Uhlenbeck também é reconhecida por suas contribuições à teoria de gauge e sua influência no campo da análise geométrica.



**Karen
Uhlenbeck**

1942

Matemática iraniana e a primeira mulher a ganhar a Medalha Fields, o prêmio mais importante da matemática. Ela se destacou por seu trabalho em geometria e sistemas dinâmicos, com foco em superfícies hiperbólicas e teoria de Teichmüller. Suas pesquisas trouxeram avanços significativos em áreas complexas da matemática teórica.

1977

**Maryam
Mirzakhani**



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, mergulhamos nas histórias de mulheres notáveis que contribuíram significativamente para o avanço da ciência, inspirando outras mulheres a trilharem esse caminho desafiador.

Hipátia de Alexandria (c. 360 - 415 d.C.) foi a primeira mulher matemática documentada na história. Como filósofa, astrônoma e matemática, ela fez importantes contribuições em geometria e ajudou a preservar e transmitir o conhecimento matemático da Antiguidade Clássica. Hipátia era uma figura respeitada em sua comunidade, ensinando e desenvolvendo ideias em uma época em que o acesso das mulheres à educação era extremamente limitado.

Maria Gaetana Agnesi (1718 - 1799) foi uma das primeiras mulheres a se destacar na matemática moderna. Ela escreveu "Instituzioni analitiche", um livro abrangente que cobria temas de cálculo diferencial e integral, sendo amplamente utilizado como texto didático em toda a Europa. Agnesi também é conhecida pela "Curva de Agnesi", uma curva algébrica que ainda hoje é estudada.

Marie-Sophie Germain (1776 - 1831) foi uma matemática autodidata que fez contribuições significativas à teoria dos números e à elasticidade. Apesar de enfrentar resistência por ser mulher, Germain se correspondia com grandes matemáticos da época e contribuiu com ideias importantes para a teoria das superfícies elásticas, influenciando o desenvolvimento da matemática aplicada.

Sofia Kovalevskaya (1850 - 1891) foi a primeira mulher a obter um doutorado em matemática e a se tornar professora universitária na Europa. Ela fez avanços notáveis em análise, equações diferenciais parciais e mecânica celeste. A carreira de Kovalevskaya foi marcada por desafios relacionados ao preconceito de gênero, mas seu trabalho abriu portas para futuras mulheres na matemática e na ciência.

Emmy Noether (1882 - 1935) é amplamente considerada uma das matemáticas mais influentes do século XX. Ela revolucionou a álgebra abstrata e é mais conhecida pelo "Teorema de Noether", que estabelece uma ligação fundamental entre simetrias e leis de conservação na física. Suas ideias são fundamentais tanto na matemática quanto na física teórica, influenciando profundamente essas disciplinas.

Katherine Goble Johnson (1918 - 2020) foi uma matemática que trabalhou para a NASA e desempenhou um papel crucial no cálculo das trajetórias para várias missões espaciais, incluindo o voo de John Glenn e a missão Apollo 11. Seu trabalho foi essencial para o sucesso do programa espacial dos EUA, e ela se tornou um símbolo de superação e excelência em uma época de segregação racial e de gênero.

Maria Laura Leite Lopes (1928 - 2016) foi uma das pioneiras na matemática brasileira, destacando-se especialmente no campo da álgebra. Ela teve uma carreira acadêmica prolífica e foi fundamental na fundação da Sociedade Brasileira de Matemática, contribuindo para o desenvolvimento e reconhecimento da matemática como disciplina no Brasil.

Evelyn Boyd Granville (1924 - 2023) foi a segunda mulher afro-americana a obter um doutorado em matemática. Ela fez contribuições significativas na análise de órbitas e programação de computadores para a NASA durante o programa espacial. Granville quebrou barreiras raciais e de gênero, tornando-se uma inspiração para futuras gerações de matemáticas e cientistas.

Karen Uhlenbeck (1942 - Presente) é uma das matemáticas mais influentes de sua geração, sendo uma das fundadoras do campo moderno das equações diferenciais parciais geométricas. Em 2019, ela se tornou a primeira mulher a receber o Prêmio Abel, um dos maiores reconhecimentos na matemática. Suas contribuições abriram novos caminhos na análise e geometria, influenciando pesquisas ao redor do mundo.

Maryam Mirzakhani (1977 - 2017) foi a primeira mulher e a primeira iraniana a receber a Medalha Fields, o maior prêmio em matemática. Seus trabalhos abordaram temas complexos como superfícies de Riemann e geometria hiperbólica, contribuindo significativamente para esses campos. Mirzakhani não só foi um exemplo de excelência em matemática, mas também uma inspiração global para mulheres e meninas no campo das ciências exatas.

Essas mulheres, entre outras, desafiaram estereótipos e preconceitos, deixando um legado que continua a inspirar e a reforçar a importância da diversidade na ciência.

Entretanto, é crucial reconhecer que, infelizmente, mulheres e homens enfrentam notáveis disparidades sociais ao longo de suas vidas, sendo-lhes atribuídos diferentes estímulos e características específicas. Essas discrepâncias refletem-se em diversos problemas, especialmente na escolha e ocupação de diferentes carreiras. Nas Ciências Exatas, em particular, há um preconceito de gênero arraigado, associando naturalmente os homens à figura do cientista, enquanto as mulheres enfrentam limitações nessa representação. Sob uma perspectiva misógina, as mulheres muitas vezes são relegadas ao papel de donas de casa e mães, excluídas da possibilidade de serem cientistas, e ainda mais dificilmente ambas as coisas simultaneamente.

Esse preconceito de gênero, internalizado de maneira eficaz, resulta em várias questões sociais, exemplificadas por desencorajamento de meninas em brincadeiras inovadoras na infância e pela escassez de referências femininas nas Ciências Exatas. Apesar do aumento gradual do número de mulheres nesse campo, inúmeras barreiras persistem, desde a falta de políticas específicas até o assédio por parte de colegas e superiores.

As barreiras persistem nas trajetórias profissionais das mulheres, incluindo afirmações misóginas sobre sua capacidade cognitiva, a necessidade de lidar com jornadas múltiplas de trabalho remunerado e não remunerado, além da difícil escolha entre carreira e família. Infelizmente, essas questões ainda são, em grande parte, atribuídas exclusivamente ao universo profissional feminino, resultando na sub-representação das mulheres nas Ciências Exatas.

Assim, é fundamental refletir sobre essas questões, pois são cruciais para compreender esse fenômeno complexo e subsidiar ações futuras em prol da equidade de gênero nas Ciências, transformando-as verdadeiramente democráticas. Este trabalho não busca destacar a superioridade de gênero, mas sim ressaltar a capacidade de todos, independentemente de aparências ou gênero, em contribuir para o avanço científico e merecer reconhecimento por seus esforços.

REFERÊNCIAS

- BBC. O mistério da brutal morte de Hipátia, a primeira matemática da História. 2018. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-46501897>>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- BORGES, F. d. S. S. et al. De Hipátia a Mirzakhani: Um percurso pela habilidade feminina para a matemática. A ECONOMIA DO CONHECIMENTO: TEORIA E PRÁTICAS EM PESQUISAS, Editora Científica Digital, v. 1, n. 1, p. 21–37, 2021.
- CELEBRATIO MATHEMATICA. Karen Uhlenbeck - Works. Disponível em: <https://celebratio.org/Uhlenbeck_K/bibf/191/517/>. Acesso em: 20 set. 2024.
- CARNEIRO, Sueli. Escritos de uma Vida. apud Ribeiro, 2017.
- CRENSHAW, Kimberlé. Mapping the margins: intersectionality, identity politics, and violence against women of color. *Stanford Law Review*, v. 43, n. 6, jul. 1991, pp.1241-1299.
- CUEVAS, G. S. Biografia de Sofya Kovalevskaya. 2020. Disponível em: <<https://amenteemaravilhosa.com.br/biografia-de-sofya-kovalevskaya/>>. Acesso em: 24 jan. 2023.
- DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). *Aprendizagem em Matemática: registros de Representação Semiótica*. Campinas/SP: Editora Papirus, 2003. cap. 1, p. 1-31.
- DUVAL, R. *Semiósis e Pensamento Humano*. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- ERNEST, P. Investigações, resolução de Problemas e pedagogia. In: ABRANTES, P. et al. (Org.). *Investigar para Aprender Matemática*. Lisboa: APM, 1996. cap. 2, p. 25-48.
- EVES, H. *Introdução à história da matemática*. 2. ed. São Paulo: Unicamp, 1997.
- EVES, H. *Introdução à história da matemática*, trad. Higyno H. Domingues. Brasil: Editora UNICAMP, 2011.
- FERNANDEZ, C. d. S.; AMARAL, A. M. L. F. D. A história de mulheres matemáticas na escola básica. *Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*, v. 17, 2020.
- FERNANDEZ, C. d. S.; AMARAL, A.; VIANA, I. V. A história de Hipátia e de muitas outras matemáticas. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2019.
- FOLLAND, Gerald B. *Introduction to Partial Differential Equations*. 2. ed. Princeton: Princeton University Press, 1995.
- FONSECA, O. A atividade niilista entre o real e o ficcional: A experiência de Sofia Kovalievskaja. *RUS (São Paulo)*, v. 9, n. 12, p. 89–107, 2018.
- IGNOTOFSKY, R. *As cientistas*. [S.l.]: Editora Blucher, 2017.
- MARTINS, M. d. C. Maria Gaetana Agnesi: a matemática que se dedicou aos desfavorecidos e doentes. *Correio dos Açores, Gráfica Açoreana, Lda.*, p. 18–18, 2015.
- NASCIMENTO, J. B. d. Algumas mulheres da história da matemática: e a questão de gênero em ciência e tecnologia. Versão jun, 2012.
- O’Grady, S. Interview: Maryam Mirzakhani, Fields Medal winner and mathematician. *The*

Guardian, 13 ago. 2014. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/science/2014/aug/13/interview-maryam-mirzakhani-fields-medal-winner-mathematician>>

Acesso em: 30 jul. 2024.

PARUSSOLO, G.; ALMEIDA, I.; OLIVEIRA, V. tópicos de história da matemática. 2022.

PEREIRA, P. C. Um elo perfeito: Maria Laura Mouzinho Leite Lopes e a educação matemática vida y obra. Revista Científica General José María Córdova, Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova", v. 13, n. 15, p. 326–334, 2015.

PERROT, Michelle. Minha história das mulheres. São Paulo: Contexto, 2007.

Revista Pesquisa Fapesp. Exploradora dos espaços curvos. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/08/18/exploradora-dos-espacos-curvos/>>.

Acesso em: 20 de jul. 2024.

ROQUE, Antonio. O Teorema de Noether. Junho 2020. Notas de aula. Material baseado no livro de Schwichtenberg, Jakob. No-Nonsense Classical Mechanics. No-Nonsense Books, 2020.

SAGAN, C. Cosmos random house inc. New York, NY, 1980.

SANTOS, Rieli Tainá Gomes dos. Sophie-Marie Germain (1776 - 1831). 2020. Disponível em: <<https://www3.unicentro.br/petfisica/2020/11/06/sophie-marie-germain-1776-1831/>>. Acesso em: 24 jan. 2024.

SEGADAS, C.; NASSER, L.; TINOCO, L. A. d. A. Um tributo à professora Maria Laura (1919-2013). Boletim GEPEM, Nº 63, p. 17–27, 2013. ISSN 2176-2988. Disponível em: <<https://periodicos.ufrrj.br/index.php/gepem/article/view/225/206>>. Acesso em: 24 de jun. 2024.

SHETTERLY, L. M. Hidden Figures: Estrelas Além do Tempo. Estados Unidos, 2016. Disponível em: <<http://m.imdb.com/title/tt4846340/>>. Acesso em: 21 jan. 2024.

SOUZA, K. C. d. S. As mulheres na matemática. 16 p. Monografia de Graduação, Brasília, 2006.

WAITHE, Mary E. (ed). Hypatia of Alexandria In: Ancient Women Philosophers, 600 B.C.-500 A.D. (A History of Women Philosophers; Vol. 1). University of Minnesota, 1987. p.169-195.

APÊNDICE A – PÔSTERES DAS MULHERES ESTUDADAS

Marcela Eduarda Belini
Licencianda em Matemática
Prof. Dr. José Antonio Salvador

Introdução

O objetivo principal é apontar a desigualdade histórica na narrativa da história da Matemática, destacando as contribuições muitas vezes negligenciadas das mulheres. Focando nas realizações notáveis de Hipatia de Alexandria, Maria Gaetana Agnesi, Marie-Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya, Katherine Coleman Goble Johnson, Maria Laura Leite Lopes, Evelyn Boyd Granville e outras, proporcionando uma visão mais completa das mulheres na Matemática.

Apesar dos desafios enfrentados, como:

- a falta de acesso à educação;
 - estereótipos de gênero;
 - falta de representatividade;
 - preconceito de gênero profundamente enraizado.
- Essas mulheres deixaram um legado duradouro.

Hipátia de Alexandria



Figura 1: Hipátia de Alexandria.

Fonte: Wikimedia Commons.

Vida Pessoal

Hipátia de Alexandria, reconhecida como uma figura proeminente na história da matemática, astronomia e filosofia, é celebrada como a primeira matemática (Ignotofsky, 2017). Após aprofundar seus conhecimentos em Atenas, ela retornou a Alexandria para iniciar sua carreira como educadora, lecionando matemática e filosofia, desafiando convenções ao ministrar aulas em sua casa sem distinções religiosas, em um contexto histórico marcado pela importância cultural de Alexandria e seu ambiente intelectual vibrante.

Contudo, sua progressividade e defesa da liberdade de expressão a colocaram em conflito com as convenções da época (Nascimento, 2012 e BBC, 2018), especialmente em relação a Cirilo, bispo da igreja de Alexandria e seu ex-aluno. Cirilo tramou contra Hipátia difundindo boatos de que ela praticava bruxaria, o que culminou em sua brutal morte. Sua perda não apenas representou o fim trágico da vida de uma mulher notável, mas também marcou um declínio na era fundamental para a Matemática, Ciência e História.

Apesar da obscuridade temporária que se seguiu à sua morte, o nome e os feitos de Hipátia foram preservados e difundidos por seus ex-alunos, mantendo viva a chama de seu legado e influência, enquanto a pesquisa em matemática estagnou por um período significativo, destacando o impacto duradouro de sua vida e morte na história do conhecimento humano.

Vida Profissional

Hipátia desempenhou um papel significativo na matemática, colaborando com Diofanto de Alexandria em obras como os "Comentários sobre a aritmética de Diofanto" nos "Elementos de Euclides" e reescrevendo um tratado sobre "As Cônicas" para tornar seu conteúdo mais acessível (Fernandez, Amaral e Viana, 2019).

A influência de Hipátia transcendeu a sala de aula, impactando estudiosos como Sinésio de Cirene, que evoluiu de estudante de matemática e astronomia para filósofo e bispo sob seus ensinamentos, creditando-lhe a construção de instrumentos científicos como o Astrolábio.

A notável contribuição de Hipátia para a matemática e sua influência cultural foram reconhecidas ao longo dos séculos, sendo imortalizada na pintura renascentista "A Escola de Atenas" por Rafael Sanzio, evidenciando sua marca indelével na história da ciência e da educação.



Figura 2: Hipátia na Escola de Atenas de Rafael Sanzio.

Fonte: Compilação da Autora.

Astrolábio

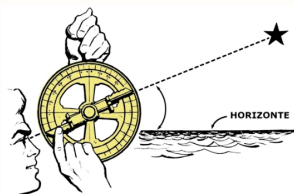


Figura 3: Astrolábio.

Fonte: Toda Matéria.

Infelizmente, uma parte significativa das contribuições de Hipátia foi perdida ao longo do tempo. No entanto, graças à correspondência com seu aluno Sinésio de Cirene, posteriormente se tornou Bispo de Ptolemais, temos conhecimento de muitas de suas realizações. Sinésio compartilhava o interesse de Hipátia por Matemática e Astronomia, embora tenha seguido uma direção diferente ao tornar-se filósofo e bispo. Em suas cartas, ele destacou a singularidade intelectual de Hipátia, atribuindo-lhe a autoria na criação de um astrolábio, um hidrômetro e um higrômetro.

Durante a Idade Média, o astrolábio destacou-se como o principal instrumento astronômico, sendo amplamente utilizado. Um observador habilidoso conseguia realizar medidas de posição dos astros com uma precisão de aproximadamente um grau, apenas ao observar o instrumento de maneira adequada.

O astrolábio planisférico, a forma clássica, parte do princípio de uma projeção esférica do universo sobre uma superfície plana, considerando a Terra no centro. A projeção é feita a partir do ponto de vista de um observador imaginário fora dessa esfera, em uma latitude específica e em um determinado momento. Esse instrumento, apesar de suas várias modificações estilísticas ao longo dos séculos, permaneceu notavelmente consistente em sua técnica.

A base do astrolábio é um prato circular grosso de latão, com uma borda graduada em horas e graus. Essa graduação pode variar, e as contagens em ângulos podem começar do sul, do leste ou ter outros ajustes, dependendo do modelo. O centro do prato é perfurado, formando um eixo que segura as partes móveis do instrumento. Discos finos de latão, conhecidos como placas, são acoplados a esse eixo e são adaptados para uso em diferentes latitudes.

A rede, uma parte fundamental do astrolábio, é encaixada sobre essas placas. Ela representa o céu em projeção estereográfica e contém informações sobre estrelas e constelações. Uma régua, acoplada à rede, estende-se pelo diâmetro do instrumento e pode conter uma escala em declinações.

A parte traseira do astrolábio apresenta escalas circulares que representam ângulos, o Zodíaco e um calendário. O calendário está disposto de tal forma que a leitura no calendário corresponde à posição do Sol sobre o Zodíaco na data em questão. No entanto, devido ao movimento de precessão dos equinócios, a utilização do calendário tem um tempo limitado de precisão.

A alidade, uma parte destacável encaixada no eixo, funciona como um apontador para a posição do Sol e das estrelas. Além disso, um quadrado de sombra muitas vezes é gravado na parte traseira, permitindo medições de altura de objetos por semelhança de triângulos. O quadrado de sombra é composto por dois quadrados acoplados para formar um retângulo, conhecido como umbra reta e umbra versa.

Referências

- BBC, **O mistério da brutal morte de Hipátia, a primeira matemática da História**. 2018. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-46501897>>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- EVES, H. **Introdução à história da matemática**, trad. Higynio H. Domingues. Brasil: Editora UNICAMP, 2011.
- FERNANDEZ, C. d. S.; AMARAL, A.; VIANA, I. V. **A história de Hipátia e de muitas outras matemáticas**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2019.
- IGNOTOFSKY, R. **As cientistas**. [S.l.]: Editora Blucher, 2017.
- NASCIMENTO, J. B. d. **Algumas mulheres da história da matemática: e a questão de gênero em ciência e tecnologia**. Versão jun, 2012.
- SCHOOL OF MATHEMATICS AND STATISTICS. **Hypatia of Alexandria**. Disponível em: <<https://mathhistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Hypatia/>>. Acesso em: 23 jul. 2024.

Marcela Eduarda Belini
Licencianda em Matemática
Prof. Dr. José Antonio Salvador

Introdução

O objetivo principal é apontar a desigualdade histórica na narrativa da história da Matemática, destacando as contribuições muitas vezes negligenciadas das mulheres. Focando nas realizações notáveis de Hipatia de Alexandria, Maria Gaetana Agnesi, Marie-Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya, Katherine Coleman Goble Johnson, Maria Laura Leite Lopes, Evelyn Boyd Granville e outras, proporcionando uma visão mais completa das mulheres na Matemática.

Apesar dos desafios enfrentados, como:

- a falta de acesso à educação;
 - estereótipos de gênero;
 - falta de representatividade;
 - preconceito de gênero profundamente enraizado.
- Essas mulheres deixaram um legado duradouro.

Maria Gaetana Agnesi

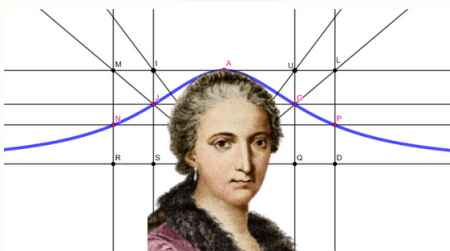


Figura 1: Maria Gaetana Agnesi.
Fonte: Compilação da autora.

Vida Pessoal

Eves (2011) revela aspectos da vida pessoal de Maria Gaetana Agnesi (1718 - 1799). Ela era a primogênita de 21 filhos, de Pietro Agnesi e Anna Fortunata Agnesi, ambos pertencentes a famílias ricas de mercadores em Milão. Pietro era um professor de matemática na Universidade de Bolonha.

Desde seu nascimento, os pais de Maria Gaetana cuidaram meticulosamente de sua educação, proporcionando-lhe uma formação abrangente e profunda.

Ela demonstrou notáveis habilidades desde tenra idade. Aos cinco anos, ela já era fluente em francês, e aos nove, possuía proficiência em latim, grego, hebraico e outros idiomas.

Martins (2015) destaca que sua formação incluiu o estudo aprofundado das contribuições Matemáticas de figuras proeminentes da época, como Newton, Leibniz, Fermat, Descartes, Euler e os irmãos Bernoulli.

Vida Profissional

Agnesi, apesar de inicialmente relutante em relação à vida pública, dedicou-se à Matemática por mais de uma década, influenciada por seu pai.

Sua obra notável, "Istituzioni Analitiche" publicada em dois volumes, abrangeu aritmética, álgebra, trigonometria, geometria analítica, cálculo, séries infinitas e equações diferenciais, representando uma significativa contribuição à educação matemática.

Além disso, Agnesi estudou a curva "versiera" proposta por Grandi e Fermat.

Apesar de seu destacado trabalho na Matemática, Agnesi enfrentou discriminação de gênero na academia, sendo designada membro honorário da Universidade de Bolonha em 1749, mas impedida de se tornar professora. Ela tornou-se a segunda mulher a obter a nomeação de professora catedrática em uma universidade. Após a morte de seu pai em 1752, Agnesi dedicou-se a obras de caridade, transformando sua casa em um centro de acolhimento e cuidando de mulheres enfermas no Instituto Pio Trivulzio a convite da igreja.

A Curva da Bruxa

Agnesi descreveu uma curva em seu livro "Istituzioni analitiche ad uso della gioventù italiana" que devido a um erro de tradução por John Colson (1680-1760), a curva, originalmente denominada "la versiera di Agnesi" (curva de Agnesi em italiano), foi erroneamente interpretada como "l'avversiera" (bruxa em italiano). Essa tradução equivocada deu origem ao nome curioso "Bruxa de Agnesi" que ficou popular em várias línguas.

Características da Curva da Bruxa

Parametrização da Curva da Bruxa



Figura 2: Triângulos da Versiera no Geogebra: Parte 1

Fonte: Elaborado pela autora

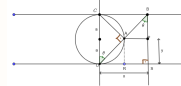


Figura 3: Triângulos da Versiera no Geogebra: Parte 2

Fonte: Elaborado pela autora

Na figura, temos três triângulos retângulos semelhantes: $\triangle CAO$, $\triangle OSB$ e $\triangle ORA$.

No triângulo $\triangle CAO$:

Ângulo $\angle CAO = 90^\circ$, pois a hipotenusa é o diâmetro.

$$\cos \theta = \frac{OA}{OC} \Rightarrow OA = OC \cdot \cos \theta = 2a \cdot \cos \theta. \quad (1)$$

No triângulo $\triangle OSB$:

Ângulo $\angle OSB = 90^\circ$, pois BS é perpendicular ao eixo-x.

$$\tan \theta = \frac{OS}{BS}, \text{ mas } OS = x \text{ e } BS = 2a.$$

$$\tan \theta = \frac{x}{2a} \Rightarrow x = 2a \cdot \tan \theta. \quad (2)$$

No triângulo $\triangle ORA$:

Ângulo $\angle ORA = 90^\circ$, pois AR é perpendicular ao eixo-x.

$$\cos \theta = \frac{AR}{OA}, \text{ mas } AR = y.$$

$$\cos \theta = \frac{y}{OA} \Rightarrow y = OA \cdot \cos \theta. \quad (3)$$

Mas, de (1), temos: $OA = 2a \cdot \cos \theta$. Substituindo em (3), temos:

$$y = 2a \cdot \cos \theta \cdot \cos \theta = 2a \cdot \cos^2 \theta \quad (4)$$

Portanto, as coordenadas paramétricas da curva são:

$$\begin{cases} x = 2a \cdot \tan(\theta) \\ y = 2a \cdot \cos^2(\theta) \end{cases}$$

Forma cartesiana:

Para obtermos a equação cartesiana da curva, eliminamos θ nas equações (2) e (4):

De (2): $\tan \theta = \frac{x}{2a}$.

Sabemos que $\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$.

Dividindo ambos os lados por $\cos^2 \theta$:

$$1 + \tan^2 \theta = \frac{1}{\cos^2 \theta} \quad (5)$$

Por outro lado, de (2): $\tan \theta = \frac{x^2}{4a^2}$.

Substituindo em (5) e invertendo temos:

$$\cos^2 \theta = \frac{4a^2}{x^2 + 4a^2}. \quad (6)$$

Finalmente, substituindo em (4), conseguimos expressar y em termos de x :

$$y = 2a \cdot \cos^2 \theta = \frac{8a^3}{x^2 + 4a^2}$$

Logo, $y = \frac{8a^3}{x^2 + 4a^2}$ ou $y = \frac{(2a)^3}{x^2 + (2a)^2}$.

Equação da Curva da Bruxa:

$$y = \frac{a^3}{a^2 + x^2}, x \in \mathbb{R}$$

Área sob a Curva:

A área (A) sob a curva de Agnesi é calculada pela integral da equação da curva. Considerando que todo o eixo x é uma assíntota da curva, o intervalo de integração é $(-\infty, \infty)$.

$$A = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{a^3}{a^2 + x^2} dx$$

$$A = a^2 \cdot \pi$$

Volume do sólido de revolução gerado pela curva:

Seja V o volume do sólido de revolução gerado pela rotação da curva em relação ao eixo x . Dessa forma,

$$V = \pi \int_0^{\infty} \left(\frac{a^3}{a^2 + x^2} \right)^2 dx$$

$$V = \frac{a^3 \pi^2}{2}$$

A curva e sua utilização:

A curva é frequentemente utilizada na modelagem de fenômenos físicos e está associada a funções de probabilidade, como a distribuição de Cauchy.

$$f(x) = \frac{1}{\pi(1 + x^2)}$$

A curva de Agnesi é citada nas linhas de raios-X e sua forma semelhante é utilizada na modelagem matemática como um obstáculo topográfico genérico em fluxos.

A grande relevância do trabalho de Agnesi, de acordo com a Academia de Ciências de Paris, é "a clareza e a precisão" de seu trabalho, sendo reconhecida como a primeira mulher matemática a produzir textos de alta qualidade científica.

Referências

- EVES, H. **Introdução à história da matemática**, trad. Hignyo H. Domingues. Brasil: Editora UNICAMP, 2011.
- MARTINS, M. d. C. **Maria Gaetana Agnesi: a matemática que se dedicou aos desfavorecidos e doentes**. Correio dos Açores, Gráfica Açoreana, Ltda., p. 18-18, 2015.

Marcela Eduarda Belini
Licencianda em Matemática
Prof. Dr. José Antonio Salvador

Introdução

O objetivo principal é apontar a desigualdade histórica na narrativa da história da Matemática, destacando as contribuições muitas vezes negligenciadas das mulheres. Focando nas realizações notáveis de Hipatia de Alexandria, Maria Gaetana Agnesi, Marie-Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya, Katherine Coleman Goble Johnson, Maria Laura Leite Lopes, Evelyn Boyd Granville e outras, proporcionando uma visão mais completa das mulheres na Matemática.

Apesar dos desafios enfrentados, como:

- a falta de acesso à educação;
 - estereótipos de gênero;
 - falta de representatividade;
 - preconceito de gênero profundamente enraizado.
- Essas mulheres deixaram um legado duradouro.

Marie-Sophie Germain

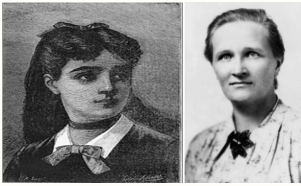


Figura 1: Marie-Sophie Germain.

Fonte: Clubes de Matemática da OBMEP.

Vida Pessoal

Marie-Sophie Germain (1776 - 1831), nascida em Paris, destacou-se como matemática em uma sociedade extremamente patriarcal, como observado por Santos (2020). Durante a Revolução Francesa, aos 13 anos, foi proibida de sair de casa, apesar dos ideais iluministas, como ressalta Michelle Perrot em "Minha História das Mulheres" (2007). Embora as mulheres participassem ativamente da Revolução, a sociedade manteve os homens em posição superior.

Vida Profissional

Sophie Germain, inspirada pela história de Arquimedes, decidiu dedicar-se à Matemática, manifestando interesse também pela Psicologia e aprendendo Latim para compreender estudos de Euler e Newton (Fernandez, 2021). Seu legado abrange Teoria dos Números, Elasticidade, Geometria Diferencial e Filosofia. Enfrentando dificuldades na comunidade científica da época, tentou estudar na École Polytechnique em 1794, exclusiva para homens brancos e abastados, adotando o pseudônimo de Antoine-Auguste Le Blanc para corresponder-se com cientistas renomados, incluindo Carl Friedrich Gauss.

Germain contribuiu para Matemática e Física, sendo crucial para cálculos relacionados à elasticidade e construção da Torre Eiffel, embora seu mérito tenha sido subestimado. Dependente financeiramente do pai, não se casou nem obteve emprego remunerado, falecendo aos 55 anos devido a câncer de mama.

Sua história ilustra a luta das mulheres contra uma sociedade excludente e patriarcal, pavimentando o caminho para o movimento feminista do final do século XIX.

Obras de Marie-Sophie Germain

A obra de Marie-Sophie Germain abrangiu três domínios: teoria dos números, elasticidade e filosofia. Inicialmente, seus trabalhos estavam relacionados ao Último Teorema de Fermat, desenvolvendo soluções e correspondendo com Gauss. Ela provou o teorema para os primos de Germain, mas a conjectura sobre sua infinitude permanece não provada, com 190 números documentados no intervalo $[1, 10^4]$.

Seu trabalho na elasticidade enfrentou desafios devido à falta de treinamento formal e isolamento matemático, mas isso não a desencorajou, competindo com matemáticos renomados e sendo premiada em 1916. Sophie enfrentou desconsideração de suas contribuições, apesar de sua importância para o progresso dos estudos na área.

A nota oficial de sua morte a categorizou erroneamente, mas hoje existem homenagens em Paris. A coragem de Sophie em buscar conhecimento e desenvolver suas pesquisas deve inspirar todas as mulheres, mostrando que é possível alcançar a realização com determinação.

Contribuição para a Teoria dos Números

Dentre suas investigações mais notáveis destaca-se o estudo de um dos casos do Último Teorema de Fermat, o qual postula que a equação $x^n + y^n = z^n$ não possui solução no conjunto dos números inteiros positivos quando $n > 2$, com n sendo um número inteiro.

Este teorema foi finalmente demonstrado na década de 1990 por Andrew Wiles.

Sophie Germain contribuiu de maneira pioneira para a prova desse teorema ao demonstrar sua validade para o caso específico em que $n = p$, onde p e $2p + 1$ são primos. Como resultado, os primos p para os quais $2p + 1$ também é primo, exemplificados por casos como 3 e 7, 5 e 11, 23 e 47, são denominados primos de Sophie Germain.

Ainda que não haja uma demonstração formal da infinitude dos primos de Sophie Germain, tampouco a comprovação de sua finitude, conjectura-se a existência de uma quantidade infinita desses primos.

Seja n um número primo ímpar. Se existir um número primo p auxiliar com as propriedades:

$$x^n + y^n + z^n \equiv 0 \pmod{p} \implies \\ \implies x \equiv 0 \text{ ou } y \equiv 0 \text{ ou } z \equiv 0 \pmod{p} \\ x^n \equiv n \pmod{p} \text{ é impossível}$$

então vale o caso I do teorema de Fermat para n , isto é, se nenhum dos x , y ou z for divisível por n , então a equação $x^n + y^n + z^n = 0$ não possui soluções inteiras para além da nula.

Contribuição para a Elasticidade

Após atingir a idade de 30 anos, Marie-Sophie Germain redirecionou seus interesses para a física, demonstrando brilhantismo também nesta disciplina. Em particular, ela ofereceu valiosas contribuições para a moderna teoria da elasticidade, mesmo em meio à persistência dos preconceitos antifeministas que marcavam a sociedade da época. Seus estudos voltados para o estabelecimento da teoria da elasticidade dos metais desempenharam um papel crucial na construção da icônica Torre Eiffel.

No entanto, é lamentável constatar que, devido aos preconceitos da época, seu nome foi deliberadamente omitido da lista dos 72 sábios cujas pesquisas foram reconhecidas como contribuições fundamentais para a construção desse renomado e notável monumento treliçado de ferro erguido no Champ de Mars em Paris, França.

A teoria da elasticidade, na qual Sophie Germain desempenhou um papel essencial, é um ramo da física que se concentra no estudo do comportamento elástico de materiais, principalmente metais. Essa teoria examina como os materiais se deformam quando sujeitos a forças externas e, em seguida, retornam à sua forma original quando essas forças são removidas. Sophie Germain investigou profundamente as propriedades elásticas dos metais, desenvolvendo modelos matemáticos para descrever o comportamento desses materiais sob diferentes condições de carga.

As contribuições de Germain à teoria da elasticidade foram particularmente cruciais no contexto da construção da Torre Eiffel. Seus estudos possibilitaram o entendimento mais preciso das propriedades mecânicas dos materiais envolvidos na construção, influenciando diretamente as decisões de projeto e os cálculos necessários para garantir a estabilidade e a segurança da estrutura.

No entanto, mesmo diante de sua notável expertise e contribuições significativas, Sophie Germain enfrentou o desdém e o preconceito de uma sociedade que não reconhecia plenamente o potencial das mulheres na ciência. A omissão de seu nome na lista dos 72 sábios reflete não apenas a injustiça individual sofrida por Germain, mas também destaca a persistência de obstáculos sistêmicos baseados em gênero na história da ciência.

Referências

- EVES, H. **Introdução à história da matemática**, trad. Higinio H. Domingues. Brasil: Editora UNICAMP, 2011.
- FERNANDEZ, C. d. S.; AMARAL, A. M. L. F. D. **A história de mulheres matemáticas na escola básica**. Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, v. 17, 2020.
- PERROT, Michelle. **Minha história das mulheres**. São Paulo: Contexto, 2007.
- SANTOS, Rieli Tainá Gomes dos. **Sophie-Marie Germain (1776 - 1831)**. 2020. Disponível em: <<https://www3.unicentro.br/petfísica/2020/11/06/sophie-marie-germain-1776-1831/>>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- SCHOOL OF MATHEMATICS AND STATISTICS. **Marie-Sophie Germain**. Disponível em: <<https://mathhistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Germain/>>. Acesso em: 23 jul. 2024.

Marcela Eduarda Belini
Licencianda em Matemática
Prof. Dr. José Antonio Salvador

Introdução

O objetivo principal é apontar a desigualdade histórica na narrativa da história da Matemática, destacando as contribuições muitas vezes negligenciadas das mulheres. Focando nas realizações notáveis de Hipatia de Alexandria, Maria Gaetana Agnesi, Marie-Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya, Katherine Coleman Goble Johnson, Maria Laura Leite Lopes, Evelyn Boyd Granville e outras, proporcionando uma visão mais completa das mulheres na Matemática.

Apesar dos desafios enfrentados, como:

- a falta de acesso à educação;
 - estereótipos de gênero;
 - falta de representatividade;
 - preconceito de gênero profundamente enraizado.
- Essas mulheres deixaram um legado duradouro.

Sofia Kovalevskaya



Figura 1: Sofia Kovalevskaya.

Fonte: Wikipédia.

Vida Pessoal

Conforme destacado por Fernandez, Amaral e Viana (2019), Sofia Kovalevskaya (1850 - 1891), foi encorajada por seu pai desde jovem a se dedicar à matemática, com tutores auxiliando em sua formação. Seu fascínio pelas ciências exatas foi despertado pelas anotações de cálculos de seu pai, desafiando-a desde tenra idade, Eves (1997).

Além disso, Fernandez, Amaral e Viana (2019) ressaltam o envolvimento de Kovalevskaya com a filosofia niilista, especialmente através de seus tutores e sua irmã Anne, defensora do feminismo, durante o período do Nihilismo Russo na década de 1860, conforme argumentado por Fonseca (2018). Essas ideias progressistas contribuíram para a disseminação de movimentos como a libertação dos servos e o feminismo.

No âmbito pessoal, a busca de educação superior levou Kovalevskaya a tomar a decisão extraordinária de forjar um casamento com Vladimir Kovalevsky, paleontólogo e apoiador do niilismo (Cuevas, 2023). Esse casamento foi uma estratégia para contornar as restritas normas sociais da época, permitindo-lhe estudar na Suíça, com um acordo para viverem separadamente após o casamento, desvinculando-se de obrigações matrimoniais.

Vida Profissional

Parussolo, Almeida e Oliveira (2022) destacam que, na primavera de 1874, Sofia Kovalevskaya concluiu três artigos notáveis sobre Equações Diferenciais Parciais, Integrais Abelianas e os anéis de Saturno, resultando em seu doutoramento pela Universidade de Göttingen, summa cum laude. Ao retornar à Rússia, ela enfrentou desafios profissionais, trabalhando sem remuneração e sem a titulação de professora. Mesmo assim, persistiu, produzindo importantes trabalhos acadêmicos e conquistando, em 1889, o prêmio da Academia Francesa de Ciências por suas contribuições ao movimento rotacional em corpos rígidos, tornando-se a primeira professora em uma universidade europeia.

Sofia Kovalevskaya também se destacou como uma defensora dos direitos femininos, colaborando com outras escritoras para escrever peças de teatro que refletiam seu interesse por questões sociais e igualdade de gênero. Sua vida profissional culminou em seu reconhecimento como correspondente da Academia Imperial de Ciências da Rússia, mas sua trajetória foi interrompida tragicamente em 1891, quando faleceu de pneumonia na França. Seu legado na matemática e na defesa dos direitos femininos continua sendo reconhecido, evidenciado pela criação do Prêmio Sofia Kovalevskaya em 2002 pela Fundação Alexander von Humboldt.

Obras de Sofia Kovalevskaya

A obra matemática de Sofia Kovalevskaya é composta por dez artigos, divididos em dois períodos distintos: 1871-1874, estudou em Berlim com Weierstrass, concentrando-se na análise teórica, 1881-1891, direcionou seus estudos para mecânica e física matemática, mantendo a conexão com técnicas de função-teoria desenvolvidas por Weierstrass.

Dois contribuições fundamentais destacam-se em sua carreira: a prova do teorema em equações diferenciais parciais, resultando no teorema conhecido como Cauchy-Kovalevskaya, e seu trabalho sobre a rotação de um corpo sólido sobre um ponto fixo, chamado de Topo de Kovalevskaya, que lhe rendeu o prêmio Prix Bordin da Academia de Ciências da França em 1888.

Kovalevskaya abordou temas variados em seus trabalhos, como a redução de integrais abelianas para integrais elípticas, a determinação da forma dos anéis de Saturno e a refração da luz em um meio cristalino. Seu impacto na matemática vai além das conquistas individuais, unindo matemáticos da Europa Ocidental e Oriental e servindo como um canal para a disseminação de novas abordagens e ideias teóricas.

Teorema de Cauchy-Kovalevskaya

Seja F uma função de $2n + 2$ variáveis, $n \in \mathbb{N}$, e ϕ uma função de n variáveis. Considere o seguinte problema de valor inicial:

$$PVI = \begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = F(t, x_1, x_2, \dots, x_n, u, u_1, u_2, \dots, u_n) \\ u(t_0, x_1, x_2, \dots, x_n) = \phi(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{cases}$$

Teorema (Cauchy-Kovalevsky): Suponha que a função ϕ é analítica em uma vizinhança da origem de \mathbb{R}^n (aqui, \mathbb{R} é o conjunto dos números reais, n Natural) e que F é analítica em uma vizinhança do ponto $(t_0, x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)})$ em \mathbb{R}^{n+2} . Então, o problema de Cauchy (PVI) tem uma única solução $u(t, x_1, x_2, \dots, x_n)$ que está definida e é analítica em uma vizinhança de \mathbb{R}^{n+1} .

Observação:

- O Teorema garante a existência e unicidade do problema de valor inicial (PVI) relativo a uma equação diferencial ordinária de primeira ordem.
- A sua demonstração baseia-se, essencialmente, em séries de potências para funções de várias variáveis, daí vem a analiticidade.

Referências

- CUEVAS, G. S. **Biografia de Sofya Kovalevskaya**. 2020. Disponível em: <<https://amenteemravelhosa.com.br/biografia-de-sofya-kovalevskaya/>>. Acesso em: 24 jan. 2023.
- EVES, H. **Introdução à história da matemática**, trad. Higyno H. Domingues. Brasil: Editora UNICAMP, 2011.
- FERNANDEZ, C. d. S.; AMARAL, A.; VIANA, I. V. **A história de Hipátia e de muitas outras matemáticas**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2019.
- FONSECA, O. **A atividade niilista entre o real e o ficcional: A experiência de Sofia Kovalevskaya**. RUS (São Paulo), v. 9, n. 12, p. 89-107, 2018.
- PARUSSOLO, G.; ALMEIDA, I.; OLIVEIRA, V. **tópicos de história da matemática**. 2022.
- SCHOOL OF MATHEMATICS AND STATISTICS. **Sofya Kovalevskaya**. Disponível em: <<https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Kovalevskaya/>>. Acesso em: 23 jul. 2024.

Marcela Eduarda Belini
Licencianda em Matemática
Prof. Dr. José Antonio Salvador

Introdução

O objetivo principal é apontar a desigualdade histórica na narrativa da história da Matemática, destacando as contribuições muitas vezes negligenciadas das mulheres. Focando nas realizações notáveis de Hipatia de Alexandria, Maria Gaetana Agnesi, Marie-Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya, Katherine Coleman Goble Johnson, Maria Laura Leite Lopes, Evelyn Boyd Granville e outras, proporcionando uma visão mais completa das mulheres na Matemática.

Apesar dos desafios enfrentados, como:

- a falta de acesso à educação;
 - estereótipos de gênero;
 - falta de representatividade;
 - preconceito de gênero profundamente enraizado.
- Essas mulheres deixaram um legado duradouro.

Emmy Noether



Figura 1: Emmy Noether.
Fonte: SciHi Blog¹.

Vida Pessoal

Amalie Emmy Noether (1882-1935) nasceu em 23 de março de 1882, em Erlangen, na Alemanha, como filha mais velha de Max e Ida Noether, em uma família judaica de comerciantes bem-sucedidos. Desde cedo, demonstrou interesse por línguas e matemática, enfrentando barreiras para estudar em universidades predominantemente masculinas. Ela começou a sua educação formal aos 7 anos e, em 1907, concluiu seu doutorado na Universidade de Erlangen.

No início de sua carreira, trabalhou na Universidade de Göttingen, onde colaborou com matemáticos renomados, como David Hilbert. Após resistências, conseguiu sua habilitação em 1919, tornando-se professora associada em 1922. Com a ascensão do regime nazista em 1933, Emmy foi destituída de seu cargo devido à sua origem judaica e emigrou para os Estados Unidos, lecionando na Faculdade Bryn Mawr.

Faleceu em 14 de abril de 1935, mas seu legado na matemática é duradouro, simbolizando a luta contra preconceitos de gênero e etnia na academia.

Vida Profissional

A carreira acadêmica de Emmy Noether foi repleta de desafios institucionais e preconceitos de gênero, mas suas contribuições revolucionárias à Matemática deixaram um legado duradouro.

Após concluir seu doutorado em 1907, ela trabalhou sem remuneração no Instituto de Matemática da Universidade de Erlangen, lecionando em nome de seu pai. Em 1915, foi convidada por David Hilbert e Felix Klein a retornar à Universidade de Göttingen, onde formulou o famoso Teorema de Noether, conectando simetrias e leis de conservação na física.

Apesar de suas contribuições excepcionais, enfrentou resistência para obter uma posição formal devido ao preconceito contra mulheres. Em 1922, foi nomeada professora associada sem mandato, mas seu papel era limitado. De 1922 a 1933, destacou-se em álgebra abstrata, influenciando significativamente a área e formando alunos como Bartel van der Waerden.

Em 1932, Emmy foi premiada e foi a única mulher a palestrar no Congresso Internacional de Matemáticos, consolidando seu status na comunidade. Com a ascensão do nazismo em 1933, foi forçada a deixar Göttingen e lecionou nos EUA. Em 14 de abril de 1935, faleceu após uma cirurgia. Seu legado é celebrado até hoje, não apenas por suas descobertas matemáticas, mas também por sua determinação em superar os obstáculos de sua época.

Obras de Emmy Noether

O Teorema de Noether

Uma contribuição importante de Emmy Noether é um resultado da teoria de sistemas dinâmicos.

A primeira versão do teorema que ela provou demonstrada em 1918, é que que "toda grandeza física conservativa corresponde a um grupo contínuo de simetrias das equações".

Intuitivamente, uma explicação do Teorema de Noether, é útil considerar a relação entre simetrias e quantidades conservadas em um sistema físico. Para isso, podemos começar entendendo situações em que as quantidades não são conservadas e quando um sistema não apresenta simetrias.

Exemplo Intuitivo de Conservação e Simetria

Imaginemos um experimento conduzido por um físico dentro de um subsistema isolado, como uma espaçonave no espaço. Em um cenário ideal e simplificado, sem forças externas atuando, esperaríamos que certas quantidades, como o momento linear ou a energia, fossem conservadas. Agora, para analisar um caso em que a conservação de momento não ocorre, podemos introduzir uma influência externa.

Um Experimento: A Bola e o Potencial

Considere que o físico solta uma bola dentro da espaçonave e observa sua trajetória. Diferente do que ocorreria em um ambiente onde o momento seria conservado (como em um vácuo perfeito sem influências externas), vamos supor que há um potencial $U(x)$ que afeta diretamente a bola. Para este exemplo, o potencial U é definido como:

$$U(x) = \alpha x^2$$

em que, α é uma constante, e x é a posição da bola.

Este potencial representa uma força que depende da posição da bola. Um potencial como αx^2 sugere que quanto mais longe a bola estiver da origem do sistema de coordenadas, maior será a força atuando sobre ela, puxando-a de volta.

Conservação de Momento e Simetria de Translação

Se o momento da bola não é conservado, isso implica que há uma força atuando sobre ela. Nesse caso, a força F resultante é dada por:

$$F(x) = -\frac{dU(x)}{dx} = -2\alpha x$$

Essa força não é constante e varia com a posição da bola. O fato de a força depender da posição x indica que o sistema não possui simetria por translação. Em outras palavras, se o físico deslocar todo o sistema de coordenadas por uma certa distância, o comportamento da bola mudará porque o potencial $U(x)$ e, portanto, a força resultante $F(x)$, não são invariantes sob tal translação.

Interpretação de Isolamento do Sistema

Para efeitos deste exemplo, vamos imaginar que o potencial $U(x)$ é gerado por alguma estrutura externa desconhecida, talvez fora da espaçonave, que de alguma forma absorve o momento da bola e transfere para si. Isso resultaria em um sistema onde o momento total dentro da espaçonave não é conservado. Essa suposição ajuda a ilustrar a ideia de que a conservação de uma quantidade como momento depende da ausência de interações com o ambiente externo. Em um subsistema não perfeitamente isolado, certas quantidades podem "vazar" para fora do sistema devido a interações externas, resultando na não conservação dentro do subsistema.

Conclusão Intuitiva

O Teorema de Noether formaliza essa intuição mostrando que para cada simetria contínua de um sistema físico, existe uma quantidade conservada associada. No exemplo da espaçonave, a falta de simetria por translação, devido à presença do potencial $U(x)$, significa que o momento não é conservado. De forma análoga, se houvesse uma simetria temporal, haveria uma conservação de energia associada. O entendimento dessas conexões é crucial para a física teórica, especialmente na relatividade e na mecânica quântica, onde o Teorema de Noether fornece uma base fundamental para a análise de sistemas físicos.

Referências

- OSEN, Lynn M. **Women in mathematics**. Mit Press, 1975.
GRINSTEIN, Louise S. **Women of Mathematics: A biobibliographic sourcebook**. Greenwood Pub Group, 1987.

Marcela Eduarda Belini
Licencianda em Matemática
Prof. Dr. José Antonio Salvador

Introdução

O objetivo principal é apontar a desigualdade histórica na narrativa da história da Matemática, destacando as contribuições muitas vezes negligenciadas das mulheres. Focando nas realizações notáveis de Hipatia de Alexandria, Maria Gaetana Agnesi, Marie-Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya, Katherine Coleman Goble Johnson, Maria Laura Leite Lopes, Evelyn Boyd Granville e outras, proporcionando uma visão mais completa das mulheres na Matemática.

Apesar dos desafios enfrentados, como:

- a falta de acesso à educação;
- estereótipos de gênero;
- falta de representatividade;
- preconceito de gênero profundamente enraizado.

Essas mulheres deixaram um legado duradouro.

Katherine Coleman Goble Johnson



Figura 1: Katherine Coleman Goble Johnson.

Fonte: Britannica.

Vida Pessoal

Katherine Coleman Goble Johnson, nascida em 1918 em White Sulphur Springs, Virgínia Ocidental (USA), teve uma vida marcada por desafios e conquistas notáveis. Demonstrou talento excepcional para matemática desde jovem, influenciada por seus pais. Após concluir o ensino fundamental, mudou-se para o Instituto no condado de Kanawha para cursar o ensino médio.

Em 1939, casou-se com James Francis Goble e tiveram três filhas. Após a morte de James em 1956, Katherine casou-se com James A. "Jim" Johnson em 1959, com quem teve um casamento duradouro de 60 anos, até o seu falecimento em 2020.

Vida Profissional

Katherine Coleman Goble Johnson enfrentou adversidades significativas ao escolher a carreira de matemática e pesquisadora, devido às barreiras impostas às mulheres e pessoas negras naquela época, incluindo limitações nos direitos femininos e segregação racial. Como destaca Sueli Carneiro: "Nós, mulheres negras, fazemos parte de um contingente de mulheres, provavelmente majoritário, que nunca reconheceram em si mesmas esse mito, por que nunca fomos tratadas como frágeis."

Ingressou na NASA em 1953, contribuindo inicialmente para a computação e análise de dados aeronáuticos.

Katherine enfrentou segregação até 1958, quando foi designada para a Divisão de Controle e Orientação da Divisão de Pesquisa de Voo. Ao longo de sua carreira, desempenhou um papel fundamental no Programa Mercury, Programa Gemini e no projeto Apollo 11 em 1969 que levou o homem à lua.

Seu impacto foi reconhecido com diversas honrarias, incluindo a Medalha Presidencial da Liberdade em 2015, e ela tornou-se um ícone para mulheres negras em STEM, sendo imortalizada no filme "Estrelas Além do Tempo" e no nome do prédio de Pesquisa Computacional da NASA. Seu legado inspira as gerações futuras.



Figura 2: Katherine recebendo a Medalha Presidencial da Liberdade em 2015.

Fonte: Wikipédia.



Figura 3: Katherine em frente ao prédio cujo nome inspirou.

Fonte: Revista Galileu.

Obras de Katherine Johnson

Ao longo de sua carreira, Katherine Coleman Goble Johnson coautora de 26 relatórios de pesquisa que abordavam uma ampla gama de tópicos relacionados à aeronáutica e à exploração espacial. Esses relatórios não eram apenas documentos técnicos; representavam avanços substanciais na compreensão matemática e científica necessária para planejar e executar missões espaciais. Seus cálculos precisos e análises de dados foram cruciais para resolver desafios complexos enfrentados pela NASA, contribuindo diretamente para o sucesso de inúmeras iniciativas espaciais.

O trabalho de Johnson na navegação espacial foi particularmente notável, destacando-se durante a corrida espacial. Os desafios enfrentados eram consideráveis, pois realizar um voo orbital sem riscos demandava conhecimentos físicos e matemáticos aprofundados, bem como inúmeras tentativas para diagnosticar e corrigir possíveis problemas. Apesar das adversidades constantes, a confiança em Katherine prevaleceu, levando-a a desempenhar um papel fundamental no histórico evento de colocar um homem no espaço, o astronauta John Glenn. Ela foi responsável por calcular toda a trajetória da missão com precisão, superando muitos de seus colegas masculinos (SHETTERLY,

2016), permitindo que as espaçonaves alcançassem órbitas específicas e retornassem à Terra com segurança. Johnson desempenhou um papel vital no estabelecimento das bases matemáticas que possibilitaram os primeiros vôos orbitais tripulados.

Projetos Mercury, Gemini e Apollo 11

Ao longo dos programas espaciais Project Mercury e Project Gemini, Johnson desempenhou um papel crucial no cálculo de trajetórias e procedimentos de voo. Sua contribuição foi mais evidente no Apollo 11, missão histórica que levou os primeiros astronautas à Lua em 1969. Seus cálculos precisos e análises de dados foram essenciais para determinar os momentos críticos da missão, desde a janela de lançamento até a entrada e saída da órbita lunar.

Reconhecimento e Prêmios

A influência de Johnson transcendeu suas contribuições científicas, refletindo-se nos inúmeros prêmios e reconhecimentos que recebeu ao longo de sua carreira. Em 2015, o presidente Barack Obama concedeu a Medalha Presidencial da Liberdade a Johnson, destacando não apenas suas realizações individuais, mas também seu papel pioneiro como uma das primeiras mulheres negras a desbravar o campo da ciência e tecnologia.

As "obras" de Katherine Johnson representam, portanto, um legado duradouro de realizações científicas, contribuições excepcionais para a exploração espacial e um exemplo inspirador de perseverança e excelência em um ambiente que, em sua época, era predominantemente masculino e racialmente segregadas. Sua trajetória continua a inspirar e motivar as futuras gerações de cientistas e pesquisadores.

Referências

- CARNEIRO, Sueli. **Escritos de uma Vida.** apud Ribeiro, 2017.
- SCHOOL OF MATHEMATICS AND STATISTICS. **Katherine Coleman Goble Johnson.** Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Johnson_Katherine/>. Acesso em: 23 jul. 2024.
- SHETTERLY, L. M. **Hidden Figures: Estrelas Além do Tempo.** Estados Unidos, 2016. Disponível em: <<http://m.imdb.com/title/tt4846340/>>. Acesso em: 21 jan. 2024.

Marcela Eduarda Belini
Licencianda em Matemática
Prof. Dr. José Antonio Salvador

Introdução

O objetivo principal é apontar a desigualdade histórica na narrativa da história da Matemática, destacando as contribuições muitas vezes negligenciadas das mulheres. Focando nas realizações notáveis de Hipatia de Alexandria, Maria Gaetana Agnesi, Marie-Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya, Katherine Coleman Goble Johnson, Maria Laura Leite Lopes, Evelyn Boyd Granville e outras, proporcionando uma visão mais completa das mulheres na Matemática.

Apesar dos desafios enfrentados, como:

- a falta de acesso à educação;
 - estereótipos de gênero;
 - falta de representatividade;
 - preconceito de gênero profundamente enraizado.
- Essas mulheres deixaram um legado duradouro.

Maria Laura Mouzinho Leite Lopes



Figura 1: Maria Laura Mouzinho Leite Lopes.

Fonte: SciELO.

Vida Pessoal

Maria Laura Mouzinho (1917 - 2013) nasceu em Timbaubas, Pernambuco, fruto da união entre Laura Moura Mouzinho, uma dedicada professora do ensino primário, e Oscar Mouzinho, um comerciante local autodidata. A família, composta por nove filhos, conforme relato de Pereira (2015), proporcionou a Maria Laura um ambiente inicial de aprendizado e valores.

Durante seus anos formativos, Mouzinho trilhou seus primeiros passos educacionais em Recife, mas foi a partir de 1932 que sua jornada acadêmica tomou novo rumo ao ingressar na Escola Normal de Pernambuco, onde, até 1934, teve a fortuna de cruzar caminhos com o inspirador professor Luiz de Barros Freire, como atestam Fernandez e Amaral (2020).

A mudança para o Rio de Janeiro, em 1935, marcou uma nova fase em sua vida, com matrícula no Instituto Lafayette, seguida pela transferência para Petrópolis no ano seguinte, onde se tornou aluna do Colégio Sion.

O aspecto pessoal de Maria Laura se entrelaça com sua dedicação à educação e à busca constante por conhecimento, moldando sua trajetória desde os anos iniciais.

Vida Profissional

Maria Laura ingressou na Faculdade Nacional de Filosofia (FNF), onde cursou Bacharelado em Matemática em 1941 e licenciatura em 1942. Em 1943, iniciou sua carreira docente como Assistente do Departamento de Matemática da FNF, alcançando a posição de Professora Titular durante a reforma universitária de 1967.

Além de sua atuação acadêmica, contribuiu para o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e foi a primeira mulher a ministrar aulas de Geometria no Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) em 1949. Participou da criação do Conselho Nacional de Pesquisa em 1951 e tornou-se Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC).

Após casar-se com José Leite Lopes em 1956, enfrentou desafios profissionais nos Estados Unidos. Sua carreira foi interrompida em 1969 devido à instabilidade política no Brasil, resultando em sua aposentadoria compulsória e exílio nos Estados Unidos. Mesmo assim, iniciou pesquisas em Educação Matemática, tornando-se uma respeitada pesquisadora. Seu retorno ao Brasil em 1974 marcou uma nova fase de contribuições significativas, dedicando-se à formação de professores e ao aprimoramento do ensino de matemática.

Fundou a "Sociedade Brasileira de Educação Matemática" (SBEM) em 1988 e foi agraciada com o título de "Professora Emérita da Universidade Federal do Rio de Janeiro" em 1996. Faleceu em 2013, deixando um legado como referência matemática feminina no Brasil e no mundo, inspirando gerações de mulheres.

Obras de Maria Laura

O Projeto Fundão, liderado por Maria Laura Mouzinho Leite Lopes, foi uma iniciativa inovadora no cenário educacional brasileiro. Iniciado em 1982, como resposta a um edital do Ministério da Educação, o projeto visava a formação de professores de todos os níveis de ensino. Sob a coordenação de Maria Laura, o projeto foi integrado ao Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) e gerenciado pela CAPES. O Projeto Fundão destacou-se pela participação ativa de professores universitários, professores da escola básica e graduandos da universidade, consolidando-se como um trabalho realizado por professores para professores.

Maria Laura desempenhou um papel crucial na coordenação do Projeto Fundão, liderando o Subgrupo Formação de Professores e contribuindo para a produção de diversos materiais didáticos, incluindo livros publicados pela Editora IM/UFRJ. Além disso, sua dedicação à pesquisa em Educação Matemática refletiu-se em sua vasta produção acadêmica e na orientação de trabalhos científicos ao longo de sua carreira. Sua contribuição também se estendeu para outras áreas, como a publicação de obras sobre geometria e artigos em revistas acadêmicas.

Ao longo de sua trajetória, Maria Laura não apenas coordenou projetos e publicações, mas também orientou diversos trabalhos científicos e participou ativamente de bancas de defesa, demonstrando seu compromisso em incentivar novos talentos e contribuir para o desenvolvimento da Educação Matemática no Brasil.

O livro "Grafos: Jogos e Desafios" propõe uma abordagem inovadora e interdisciplinar para a teoria dos grafos no contexto do ensino médio, com foco na aplicação prática dessa teoria em situações do cotidiano. Na unidade 13, que aborda matrizes, destaca-se a ênfase na representação de redes de comunicação por meio de grafos. Incentivam a leitura e interpretação da atividade em duplas, seguindo a perspectiva de inquirição proposta por Ernest (1996), que busca caracterizar métodos de descoberta guiada, resolução de problemas e abordagem investigativa.

Durante a resolução das atividades propostas, os alunos são guiados a registrar as investigações estabelecidas ao longo do desenvolvimento, proporcionando um momento privilegiado de reflexão sobre o processo de aprendizagem. Destaca-se a importância de compreender que uma ideia matemática pode ser representada de diversas maneiras, conforme enfatizado por Duval (2009), que destaca a multiplicidade de representações semióticas na matemática.

O livro apresenta atividades que envolvem a interpretação de diagramas e a codificação em matrizes, representando uma mudança no registro da atividade. As autoras também exploram a diversidade de representações semióticas ao propor exercícios que envolvem a transposição de registros de representação, auxiliando os alunos a desenvolverem o pensamento matemático por meio da familiarização com diferentes formas de representação.

O capítulo é concluído com a seção "Invente Você", na qual os alunos têm a oportunidade de criar problemas a partir de situações apresentadas. Essa abordagem estimula a criatividade dos estudantes, permitindo variações nos registros de representação, seja geométrico, algébrico ou em linguagem natural. O livro, em sua totalidade, é elogiado por apresentar uma visão interdisciplinar e prática da teoria dos grafos, alinhada aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

As autoras ressaltam a importância de se desvincular de pré-conceitos, enfatizando que o tema dos grafos pode ser abordado em diversas áreas da matemática, proporcionando uma integração eficaz entre o conteúdo escolar e sua aplicação em situações reais. O livro é considerado valioso para a promoção da aprendizagem significativa, destacando-se pela sistematização das atividades introdutórias sobre grafos, que, por vezes, são pouco abordadas nos currículos de Matemática.

Referências

- DUVAL, R. **Semiósis e Pensamento Humano**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- ERNEST, P. **Investigações, resolução de Problemas e pedagogia**. In: ABRANTES, P. et al. (Org.). *Investigar para Aprender Matemática*. Lisboa: APM, 1996. cap. 2, p. 25-48.
- FERNANDEZ, C. d. S.; AMARAL, A. M. L. F. D. **A história de mulheres matemáticas na escola básica**. *Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*, v. 17, 2020.
- PEREIRA, P. C. **Um elo perfeito: Maria Laura Mouzinho Leite Lopes e a educação matemática vida e obra**. *Revista Científica General José María Córdova, Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova"*, v. 13, n. 15, p. 326-334, 2015.

Marcela Eduarda Belini
Licencianda em Matemática
Prof. Dr. José Antonio Salvador

Introdução

O objetivo principal é apontar a desigualdade histórica na narrativa da história da Matemática, destacando as contribuições muitas vezes negligenciadas das mulheres. Focando nas realizações notáveis de Hipatia de Alexandria, Maria Gaetana Agnesi, Marie-Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya, Katherine Coleman Goble Johnson, Maria Laura Leite Lopes, Evelyn Boyd Granville e outras, proporcionando uma visão mais completa das mulheres na Matemática.

Apesar dos desafios enfrentados, como:

- a falta de acesso à educação;
 - estereótipos de gênero;
 - falta de representatividade;
 - preconceito de gênero profundamente enraizado.
- Essas mulheres deixaram um legado duradouro.

Evelyn Boyd Granville

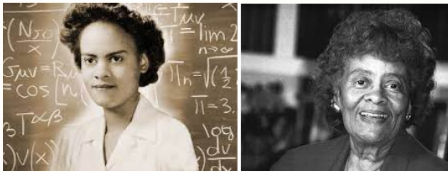


Figura 1: Evelyn Boyd Granville.

Fonte: The Elective.

Vida Pessoal

Evelyn Boyd Granville (1924 - 2023), nasceu em Washington D.C., viu sua vida pessoal marcada por circunstâncias desafiadoras desde o início. Foi criada exclusivamente por sua mãe após o divórcio de seus pais.

A infância de Granville transcorreu em uma cidade onde leis segregatórias eram a norma, mas sua determinação e desejo de superar as limitações sociais a impulsionaram a desafiar as expectativas impostas às pessoas negras na época.

Sua passagem pela Dunbar High School, uma instituição exclusiva para estudantes negros, foi marcada pelo destaque acadêmico, com notas extraordinárias que sinalizavam sua futura trajetória brilhante.

A relação íntima com sua mãe, aliada à persistência e dedicação aos estudos, abriu caminho para seu ingresso no Smith College. O apoio financeiro recebido de sua mãe, tia e da Sociedade Phi Beta Kappa foi essencial para permitir a continuidade de seus estudos em Matemática, Física Teórica e Astronomia, culminando na conclusão bem-sucedida de seu curso de graduação em 1945.

A busca pelo conhecimento não se limitou à graduação, alcançando seu ápice em 1949, quando se tornou a segunda mulher negra a conquistar um doutorado em Matemática nos Estados Unidos, pela renomada Universidade Yale. Esse feito extraordinário destacou não apenas sua habilidade acadêmica excepcional, mas também sua resiliência diante de desafios pessoais e sociais.

Vida Profissional

A carreira profissional de Evelyn Boyd Granville é marcada por uma série de realizações notáveis, estabelecendo-a como uma figura proeminente no campo da Matemática e Ciências correlatas. Após obter seu doutorado, Granville lecionou na Fisk University de 1950 a 1952, enfrentando as limitações impostas à sua ascensão acadêmica como mulher negra. Em 1952, ingressou no cenário governamental e industrial em Washington D.C., contribuindo significativamente no Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia e na IBM, onde desempenhou um papel crucial como programadora em projetos da NASA.

Mesmo após sua aposentadoria em 1967, Granville continuou ativa na academia, lecionando Matemática na Universidade Estadual da Califórnia, Los Angeles, e inspirando outros matemáticos a explorar o potencial do campo. Seu legado inclui a promoção da Matemática e a inspiração para desafiar estereótipos, enfatizando a importância do reconhecimento do intelecto inato em todas as pessoas. Sua vida profissional exemplifica como a determinação pode superar barreiras, deixando um impacto duradouro no campo da Matemática e além. Granville é um testemunho inspirador de perseverança e excelência.

Obras de Evelyn Boyd Granville

Evelyn Boyd Granville dedicou seus estudos de doutorado à Análise Funcional e Equações Diferenciais, concluindo sua tese intitulada "On Laguerre Series in the Complex Domain", focada no estudo de séries matemáticas. Ela investigou as propriedades dessas séries, incluindo convergência e singularidades, utilizando o operador diferencial δ_z e estabelecendo condições para a existência da função $f(z)$ definida pela série de Laguerre.

Após defender sua tese, Granville continuou seus estudos em equações diferenciais com Fritz John. Lecionou Matemática na Fisk University de 1950 a 1952, mas sentiu-se limitada em suas oportunidades acadêmicas devido à discriminação racial e de gênero. Em 1952, buscou emprego no governo e na indústria, trabalhando no Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia e na IBM.

Na IBM, Granville desempenhou um papel crucial como programadora, contribuindo para os cálculos orbitais e procedimentos computacionais dos Projetos Vanguard e Mercury da NASA. Sua atuação foi fundamental para o sucesso das missões espaciais, demonstrando seu talento e habilidade em um campo dominado por homens.

Cálculos de Órbita

Granville desempenhou um papel fundamental nos cálculos orbitais, envolvendo a aplicação de princípios matemáticos complexos para prever com precisão as trajetórias de sondas e cápsulas espaciais. Isso incluiu a resolução de equações diferenciais que modelam as forças gravitacionais e outras influências no movimento orbital. Os cálculos eram vitais para determinar as posições futuras dos objetos espaciais em suas órbitas planejadas.

Planejamento de Manobras Espaciais

Sua contribuição no planejamento de manobras espaciais envolveu a criação de estratégias para ajustar trajetórias, transferências entre órbitas e correções de curso. Isso exigiu uma compreensão profunda da física orbital e a capacidade de antecipar e resolver problemas potenciais durante a missão. A eficiência dessas manobras impactou diretamente o sucesso das missões espaciais.

Desenvolvimento de Algoritmos

Como programadora experiente, Granville desempenhou um papel crucial no desenvolvimento de algoritmos computacionais. Ela escreveu código para resolver equações diferenciais complexas e implementar métodos numéricos necessários para realizar cálculos orbitais precisos. O desenvolvimento desses algoritmos foi essencial para automatizar e otimizar os processos envolvidos nos cálculos.

Integração de Dados

Sua responsabilidade na integração de dados envolveu reunir informações de várias fontes, como satélites, observações terrestres e outros dados relevantes. A qualidade e a precisão dos cálculos orbitais dependiam diretamente da capacidade de Granville integrar esses dados de maneira coesa, proporcionando uma visão abrangente das condições espaciais.

Colaboração em Equipes Multidisciplinares

Trabalhar em equipes multidisciplinares exigiu a colaboração estreita com engenheiros, físicos e outros especialistas. Granville integrou seus conhecimentos matemáticos com as necessidades práticas das missões espaciais, assegurando que os cálculos orbitais estivessem alinhados com os requisitos técnicos e operacionais. A comunicação eficaz entre essas disciplinas foi vital para o sucesso global das missões.

O trabalho de Evelyn Boyd Granville nas atividades espaciais foi, portanto, uma combinação complexa de teoria matemática avançada, programação de algoritmos, análise de dados e colaboração em equipe. Sua habilidade em conectar esses elementos foi crucial para o avanço das missões espaciais nas quais esteve envolvida.

Referências

- CLAYTON, Mark. **Interview: Evelyn Granville, A Proof that Math Opens Doors.** The Christian Science Monitor, Boston, MA: May 16, 2000. Disponível em: <<https://www.csmonitor.com/2000/0516/p20s1.html>>. Acesso em: 23 Nov. 2023.
- EVES, H. **Introdução à história da matemática**, trad. Higny H. Domingues. Brasil: Editora UNICAMP, 2011.
- GRANVILLE, Evelyn Boyd. **On Laguerre series in the complex domain.** Yale University, ProQuest Dissertations Publishing, 1949.
- OLIVEIRA, Gabriela Ribeiro de. **Mulheres na Matemática e suas contribuições.** 2022. Disponível em: <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/5295>>. Acesso em: 19 Nov. 2023.
- SCHOOL OF MATHEMATICS AND STATISTICS. Evelyn Boyd Granville. Disponível em: <<https://mathhistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Granville/>>. Acesso em: 26 jul. 2024.

Marcela Eduarda Belini
Licencianda em Matemática
Prof. Dr. José Antonio Salvador

Introdução

O objetivo principal é apontar a desigualdade histórica na narrativa da história da Matemática, destacando as contribuições muitas vezes negligenciadas das mulheres. Focando nas realizações notáveis de Hipatia de Alexandria, Maria Gaetana Agnesi, Marie-Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya, Katherine Coleman Goble Johnson, Maria Laura Leite Lopes, Evelyn Boyd Granville e outras, proporcionando uma visão mais completa das mulheres na Matemática.

Apesar dos desafios enfrentados, como:

- a falta de acesso à educação;
- estereótipos de gênero;
- falta de representatividade;
- preconceito de gênero profundamente enraizado.

Essas mulheres deixaram um legado duradouro.

Karen Uhlenbeck

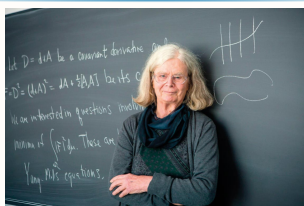


Figura 1: Karen Uhlenbeck.
Fonte: CNN World¹.

Vida Pessoal

Karen Keskulla Uhlenbeck, nascida em 1942, emergiu como uma figura proeminente na comunidade matemática americana, mas sua jornada transcendeu as conquistas profissionais, revelando uma narrativa complexa em sua vida pessoal.

Ela cresceu em um ambiente desafiador, onde a matemática se tornou não apenas uma paixão, mas uma força motriz desde cedo. Enquanto sua formação inicial era em física, as aulas de cálculo na Universidade de Michigan despertaram seu amor pela matemática, orientando-a para um caminho que transformaria sua vida.

Casou-se com o bioquímico Olke Uhlenbeck e enfrentou obstáculos únicos como uma mulher na academia, onde muitas instituições resistiam à ideia de contratar casais para evitar nepotismo. Sua persistência e determinação durante esses desafios pessoais destacam não apenas sua habilidade matemática excepcional, mas também sua resiliência diante das barreiras sociais e de gênero.

Vida Profissional

A carreira de Karen Keskulla Uhlenbeck na matemática é um testemunho de suas conquistas excepcionais e da superação de adversidades. Optando por seguir uma carreira dedicada à matemática e pesquisa, ela enfrentou desafios significativos em um ambiente onde mulheres e pessoas negras ainda eram minorias notáveis.

Karen teve dificuldade para encontrar um posto fixo de professora. As universidades alegavam não poder contratar mulher e marido para evitar nepotismo. "Eu preferiria que tivessem sido honestos e dito que não me contratariam por eu ser mulher", escreveu em um perfil autobiográfico

no livro *Journeys of women in science and engineering: No universal constants* (Temple University Press, 1999). Seu primeiro trabalho como professora foi apenas o início de uma jornada que a levaria a descobertas notáveis nas equações diferenciais parciais geométricas, teoria de calibre e sistemas integráveis. A resistência institucional à contratação de mulheres na academia levou-a a uma busca constante por posições fixas, uma batalha que ela enfrentou com resiliência e determinação.

A contribuição de Uhlenbeck vai além de suas pesquisas inovadoras; ela desempenhou um papel vital na formação da próxima geração de mulheres matemáticas. Seu programa de mentoria em Austin demonstra um compromisso ativo em criar oportunidades e superar as disparidades de gênero no campo da matemática.

O Prêmio Abel, concedido em 2019, foi o ápice de sua carreira, marcando não apenas suas realizações individuais, mas também simbolizando um avanço na luta por igualdade de gênero na matemática. O reconhecimento do Prêmio Abel em 2019, nas palavras do presidente da Comissão Abel, Hans Munthe-Kaas, foi concedido "em reconhecimento ao seu trabalho fundamental em análise geométrica e teoria de calibre, que transformou dramaticamente o cenário matemático". Sua contribuição transformadora e seu compromisso contínuo com a excelência matemática deixam um legado inspirador para as futuras gerações.

Atuação pela Igualdade de Gênero

Além de reconhecer os notáveis feitos da pesquisadora, a Academia Norueguesa de Ciências enfatizou seu papel como defensora incansável da igualdade de gênero nas áreas de Ciência e Matemática. O destaque de Karen Uhlenbeck como vencedora do Abel Prize não apenas celebra quatro décadas de pesquisa exemplar, mas também ressalta a persistência que foi necessária para superar um ambiente predominantemente masculino. Uhlenbeck enfrentou repetidas sugestões de que deveria abandonar a Matemática e retornar para casa.

Em 1990, o diretor-geral do IMPA, Marcelo Viana, testemunhou a palestra plenária proferida por Uhlenbeck no Congresso Internacional de Matemáticos (ICM) em Kyoto, Japão. Nesse momento, ela repetiu um feito semelhante ao de Emmy Noether, que, seis décadas antes, havia recebido pela primeira vez tal distinção.

"A notícia é fantástica. Assisti à palestra plenária de Karen Uhlenbeck no ICM de 1990, a primeira dada por uma mulher desde 1932. Esta premiação reconhece devidamente a trajetória científica espetacular dela e também destaca que a Matemática não pode prescindir da participação feminina", afirmou Viana, que, um ano antes, mencionou Uhlenbeck em sua coluna na "Folha de S.Paulo", dedicada à importância da presença feminina na Matemática em março de 2018.

Além de suas notáveis realizações, Uhlenbeck é uma das fundadoras do Programa de Mulheres e Matemática, criado nos anos 1990 para atrair e capacitar mulheres na pesquisa matemática em todas as fases de suas carreiras. Ela também desempenhou um papel crucial na criação do Park City Mathematics Institute, uma instituição dedicada

à formação de jovens pesquisadores e à promoção da compreensão mútua dos interesses e desafios na área.

Eleita para a Academia Americana de Artes e Ciências em 1985, membro da Academia Nacional de Ciências em 1986, agraciada com a Medalha Nacional da Ciência em 2000, o Prêmio Steele em 2007 e membro da Sociedade Americana de Matemática em 2012, Uhlenbeck recebeu o prestigioso MacArthur Fellowship em 1983.

Obras de Karen Uhlenbeck

Equações de Monopólio

Uhlenbeck fez contribuições significativas no estudo das chamadas "equações de monopólio", que surgem em conexão com a teoria dos campos magnéticos monopólicios. Essas equações têm implicações importantes na física matemática e na teoria de Gauge.

Geometria das Variedades de Yang-Mills

Sua pesquisa também se estendeu à geometria das variedades de Yang-Mills, investigando as propriedades geométricas dessas variedades associadas às soluções das equações de Yang-Mills. Essa abordagem trouxe uma nova perspectiva à interseção entre geometria diferencial e física matemática.

Trabalho com Teoria da Conformação

Uhlenbeck trabalhou em conjunto com físicos e bioquímicos, aplicando suas habilidades matemáticas à teoria da conformação, que estuda as formas espaciais assumidas por moléculas biológicas. Essa colaboração interdisciplinar destaca a versatilidade de suas contribuições.

Dinâmica dos Fluidos e Superfícies Mínimas

Sua pesquisa incluiu incursões na dinâmica dos fluidos, onde ela aplicou métodos matemáticos para entender os padrões complexos de fluxo. Além disso, Uhlenbeck contribuiu para o estudo de superfícies mínimas, uma área que tem implicações em física e modelagem de interfaces.

O legado de Karen Uhlenbeck é rico e multifacetado, abrangendo uma ampla gama de tópicos e influenciando várias disciplinas dentro e fora da matemática. Sua combinação única de rigor matemático, intuição física e colaboração interdisciplinar solidificou sua posição como uma das mentes matemáticas mais notáveis de sua geração.

Trabalhos de Karen Uhlenbeck estão disponíveis para consulta na plataforma *Celebratio Mathematica*.

Referências

CELEBRATIO MATHEMATICA. **Karen Uhlenbeck - Works**. Disponível em: <https://celebratio.org/Uhlenbeck_K/bibf/191/517/>. Acesso em: 20 set. 2024.

Marcela Eduarda Belini
Licencianda em Matemática
Prof. Dr. José Antonio Salvador

Introdução

O objetivo principal é apontar a desigualdade histórica na narrativa da história da Matemática, destacando as contribuições muitas vezes negligenciadas das mulheres. Focando nas realizações notáveis de Hipatia de Alexandria, Maria Gaetana Agnesi, Marie-Sophie Germain, Sofia Kovalevskaya, Katherine Coleman Goble Johnson, Maria Laura Leite Lopes, Evelyn Boyd Granville e outras, proporcionando uma visão mais completa das mulheres na Matemática.

Apesar dos desafios enfrentados, como:

- a falta de acesso à educação;
- estereótipos de gênero;
- falta de representatividade;
- preconceito de gênero profundamente enraizado.

Essas mulheres deixaram um legado duradouro.

Maryam Mirzakhani



Figura 1: Maryam Mirzakhani.
Fonte: Pesquisa FAPESP¹.

Vida Pessoal

Maryam Mirzakhani nasceu em 12 de maio de 1977 em Teerã, capital do Irã. Ela era filha de Ahmad Mirzakhani, um engenheiro elétrico, e Zahra Haghighi. Cresceu em um período conturbado, vivenciando os desafios e dificuldades da guerra Irã-Iraque, que marcou sua infância. Mesmo em meio a essas adversidades, a matemática Maryam sonhava em ser escritora, mostrando desde cedo uma paixão pelas letras e pela criatividade. Seu amor pelos livros e pela escrita foi uma constante durante seus anos de formação.

Em 2005, Maryam casou-se com Jan Vondrák, um matemático tcheco. Jan Vondrák também é professor de matemática e atualmente leciona na Universidade de Stanford, uma das instituições mais prestigiadas dos Estados Unidos. O casal teve uma filha, Anahita, que trouxe grande alegria e completude à vida de Maryam. Ela se dedicava à criação de sua filha e buscava equilibrar sua vida pessoal e profissional, encontrando tempo para compartilhar momentos especiais em família, mesmo com suas responsabilidades acadêmicas e de pesquisa.

No ano de 2014, enquanto já realizava tratamentos de quimioterapia devido a um câncer de mama diagnosticado anteriormente, Maryam tornou-se a primeira mulher a ganhar a Medalha Fields, um dos prêmios mais prestigiados no campo da matemática, equivalente ao Nobel. Esse prêmio foi um marco não apenas para sua carreira, mas para toda a comunidade científica, inspirando mulheres em todo o mundo. Maryam demonstrou uma incrível força de caráter e resiliência, continuando a trabalhar e contribuir para a matemática, mesmo enquanto lutava contra uma doença grave.

Infelizmente, em 14 de julho de 2017, aos 40 anos, Maryam Mirzakhani faleceu nos Estados Unidos, depois que o câncer se espalhou para sua medula óssea. Sua morte foi sentida profundamente pela comunidade acadêmica global, bem como por todos que a conheciam. Sua vida e seu legado deixaram uma marca indelével na história da matemática e continuam a inspirar inúmeras jovens a seguir carreiras em campos tradicionalmente dominados por homens, como a Matemática, Engenharia e Ciência da Computação. Maryam mostrou ao mundo que o talento e a capacidade intelectual não conhecem barreiras de gênero, religião ou raça, servindo de exemplo para futuras gerações.

Vida Profissional

Maryam Mirzakhani despertou seu interesse pela matemática no último ano do ensino médio, influenciada por seu irmão, que a incentivou a explorar essa área. Ele mencionou o problema de somar os números de 1 a 100, e Maryam recorda que acreditava que ele havia lido em um jornal de ciência popular sobre como Gauss resolveu esse problema. A solução lhe pareceu fascinante, e foi a primeira vez que ela apreciou uma solução elegante, mesmo não conseguindo encontrá-la por conta própria. (The Guardian, 2014)

A partir desse momento, sua paixão pela matemática começou a florescer, e ela rapidamente demonstrou um talento notável.

Em 1995, Maryam ingressou na Universidade Sharif de Tecnologia, em Teerã, uma instituição renomada e reconhecida como a principal do país em disciplinas de engenharia e ciências físicas. Lá, ela começou seu bacharelado em Matemática, onde se destacou por sua dedicação e habilidades excepcionais.

Após concluir seu bacharelado em 1999, Maryam decidiu prosseguir com seus estudos nos Estados Unidos, matriculando-se na Universidade de Harvard para realizar seu doutorado. Em Harvard, ela começou a assistir a seminários ministrados por Curtis McMullen, um renomado matemático que havia sido premiado com a Medalha Fields em 1998. Impressionado com o talento de Maryam, McMullen tornou-se seu orientador de doutorado. Em 2004, Maryam obteve seu título de Ph.D. em Matemática, com uma tese intitulada "Simple geodesics on hyperbolic surfaces and the volume of the moduli space of curves". Seu trabalho de doutorado abordou questões profundas sobre superfícies hiperbólicas e resultou em três artigos publicados em periódicos de alto nível, estabelecendo-a como uma figura de destaque no campo.

De 2004 a 2008, Maryam trabalhou no Clay Mathematics Institute, onde se envolveu em pesquisas avançadas. Paralelamente, atuou como professora na Universidade de Princeton, uma das mais prestigiadas instituições de ensino superior dos Estados Unidos. Em 2008, ela aceitou um cargo de professora na Universidade de Stanford, onde continuou suas pesquisas e se tornou uma das matemáticas mais influentes de sua geração.

Obras de Maryam Mirzakhani

Maryam Mirzakhani fez contribuições significativas em diversas áreas da matemática, como geometria algébrica, geometria diferencial, sistemas dinâmicos, probabilidade e topologia de baixa dimensão. Em 2014, ela se tornou a primeira mulher a receber a Medalha Fields, a maior honraria na matemática, um feito celebrado mundialmente e um marco para as mulheres na ciência. No momento da premiação, Maryam inicialmente pensou que era uma brincadeira, destacando a importância de não desperdiçar talentos por questões de gênero, religião ou raça.



Figura 2: Maryam Mirzakhani recebe a Medalha Fields das mãos da presidente sul-coreana, Park Geun-hye.
Fonte: Observador².

Ao longo de sua carreira, recebeu vários prêmios e distinções acadêmicas, incluindo:

- Medalhas de ouro na Olimpíada Internacional de Matemática (1994 e 1995).
- IPM Fellowship em Teerã (1995-1999).
- Harvard Junior Fellowship (2003).
- Prêmio AMS Blumenthal (2009).
- Convite para o Congresso Internacional de Matemáticos (2010).
- Simons Investigator Award (2013).
- Palestra plenária no ICM (2014).
- Eleições em várias academias científicas (2015 e 2017).

Maryam é lembrada não apenas por suas conquistas acadêmicas, mas também por seu papel inspirador como pioneira para mulheres na matemática, refletindo uma combinação de talento, perseverança e paixão pela ciência.

Referências

- BORGES, F. d. S. S. et al. **De Hipátia a Mirzakhani: Um percurso pela habilidade feminina para a matemática.** A ECONOMIA DO CONHECIMENTO: TEORIA E PRÁTICAS EM PESQUISAS, Editora Científica Digital, v. 1, n. 1, p. 21-37, 2021.
- O'GRADY, S. **Interview: Maryam Mirzakhani, Fields Medal winner and mathematician.** The Guardian, 13 ago. 2014. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/science/2014/aug/13/interview-maryam-mirzakhani-fields-medal-winner-mathematician>>. Acesso em: 30 jul. 2024.

APÊNDICE B – PLANO DE AULA



Universidade Federal de São Carlos

Departamento de Matemática

Plano de Aula - 9º Ano do Ensino Fundamental

Dados de Identificação	Discente: Marcela Eduarda Belini de Souza – 740965 Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso 2 com Prática
Tema	Hipátia e o Astrolábio
Subtemas	<ul style="list-style-type: none">• História da Matemática;• Quem foi Hipátia?;• Funcionamento do Astrolábio;• Razões Trigonométricas;• Distâncias.
Habilidades da BNCC	(EF09MA13) Demonstrar relações métricas do triângulo retângulo, entre elas o Teorema de Pitágoras, utilizando, inclusive, a semelhança de triângulos.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Introduzir o aluno à História da Matemática;• Quais conceitos matemáticos estão presentes no funcionamento do Astrolábio?;• Mostrar como as razões trigonométricas podem ser usadas.
Conteúdo	<ul style="list-style-type: none">• Identificar ângulos no transferidor;• Identificar Razões Trigonométricas.
Duração	2 horas/aulas
Recursos didáticos	<ul style="list-style-type: none">• Televisão/Projeter;• Tesoura;• Transferidor impresso;• Papelão;• 20 cm de barbante;• Borracha ou algo pesado para amarrar;• 1 palito;• Tabela Trigonométrica;
Técnicas de Ensino	<ul style="list-style-type: none">• Aula expositiva e dialogada;• Dinâmica para aplicar os conceitos estudados.
Metodologia	Primeiro momento: Problematização Inicialmente começamos com uma pergunta: Me dê o nome de uma mulher que estuda matemática? Segundo Momento: Hora da Pesquisa Peça aos alunos que façam uma pesquisa rápida sobre Mulheres na Matemática e vão falando os nomes que forem aparecendo.

Quando surgir o nome Hipátia você introduz a história dela para iniciar a aula.

Terceiro Momento: A Vida de Hipátia



VIDA PESSOAL

Hipátia de Alexandria, uma figura proeminente na história da matemática, astronomia e filosofia, é reverenciada como a primeira matemática, segundo Ignatofsky (2017). De acordo com Fernandez, Amaral e Viana (2019), seu nascimento ocorreu por volta de 370 DC, no Egito, sendo filha de Theon de Alexandria, distinto matemático, astrônomo e filósofo. A influência paterna desde a infância a guiou nos estudos de matemática e astronomia.

Seus estudos levaram-na a Atenas, na Grécia, onde aprofundou seus conhecimentos antes de retornar a Alexandria, Egito, para iniciar sua carreira como educadora, lecionando Matemática e Filosofia.

Para compreender o legado de Hipátia

exige uma análise cuidadosa do contexto histórico. Alexandria, um centro cultural proeminente, abrigava uma vasta biblioteca que servia como depósito do conhecimento da época. Em meio a pensadores, pesquisadores e estudantes, Hipátia destacou-se, desafiando as convenções ao ministrar aulas em sua casa sem distinções

religiosas, conforme ressaltado por Fernandez, Amaral e Viana (2019).

No entanto, a progressividade de Hipátia e sua defesa da liberdade de expressão a tornaram alvo de controvérsias. Nascimento (2012) observa que sua maneira de agir e ensinar foi considerada inconveniente pelos mais tradicionais.

A pesquisa da BBC (2018) sugere que Hipátia era odiada por Cirilo, o bispo da igreja de Alexandria e seu ex-aluno, devido às suas convicções e à sua proximidade com Orestes. Cirilo tramou contra Hipátia difundindo boatos de que ela praticava bruxaria.

Em grande perigo pessoal, ela continuou a ensinar e publicar, até que, no ano de 415, em seu caminho para o trabalho, ela foi atacada por uma fanática multidão de paroquianos de Cirilo. Eles a arrastaram de sua carruagem, rasgaram suas roupas e, armados com conchas, esfolaram sua carne de seus ossos. Seus restos foram queimados, seus trabalhos obliterados, seu nome esquecido. Cirilo foi feito um santo (Sagan, 1980,p. 256).

Nascimento (2012) ressalta que sua morte não representou apenas a perda de uma mulher notável, mas também o declínio de uma era fundamental para a Matemática, Ciência e História. A morte de Hipátia, descrita como mais um exemplo na história em que um luminoso raio de luz foi apagado para ceder lugar às trevas, teve impactos duradouros. Após seu falecimento, a pesquisa em matemática estagnou por um longo período, enquanto o nome e os feitos de Hipátia foram preservados e difundidos por seus

ex-alunos, mantendo viva a chama de seu legado em meio à obscuridade temporária que se seguiu.

VIDA PROFISSIONAL

Hipátia desempenhou um papel significativo na matemática, colaborando com Diofanto de Alexandria em trabalhos como os "Comentários sobre a aritmética de Diofanto" e nos "Elementos de Euclides", conforme detalhado por Fernandez, Amaral e Viana (2019).

Ela também reescreveu um tratado sobre "As Cônicas", tornando seu conteúdo mais acessível.

Mary E. Waithe (1987) destaca duas fontes independentes que, ao que parece, sem conhecimento mútuo, identificaram uma "marca registrada" distintiva de Hipátia. Isso se manifesta tanto na sintaxe matemática de Ptolomeu, quanto nos comentários sobre o *Arithmeticon* de Diofanto.

O historiador da matemática Paul Tannery, do século XIX, e o Abade Roma, historiador da astronomia do século XX, atribuíram a ela a utilização de um "método idiossincrático de divisão no sistema sexagesimal para testar teoremas matemáticos"(1987, p. 175).

Essa "marca registrada" parece ter ajudado ambos os estudiosos a distinguir os Comentários de Hipátia do corpo da obra comentada e na qual copistas posteriores incorporaram seus escritos. Além de ensinar teoria algébrica e astronômica, Hipátia, sem dúvida, também ensinava geometria, particularmente geometria sólida das Seções Cônicas de Apolônio Pergaeus. Embora as seções cônicas tenham sobrevivido, parece que o Comentário de Hipátia a elas não - a menos que tenha sido incorporado com sucesso no texto original a fim de ser indistinguível. Segundo Tannery, foi isso que aconteceu com seu Comentário sobre Diofanto. (Waithe, 1987)

A influência de Hipátia transcendeu a sala de aula, impactando estudiosos como Sinésio de Cirene, que, graças aos ensinamentos de Hipátia, evoluiu de estudante de matemática e astronomia para filósofo e bispo, sendo creditado por atribuir a ela a construção de um astrolábio, um higrômetro e um hidrômetro.

Além de suas realizações acadêmicas, ela se tornou uma eminente professora de Matemática, ministrando aulas em sua própria residência para um grupo diversificado de estudantes, independentemente de suas crenças religiosas, exemplificando sua natureza inclusiva e tolerante.

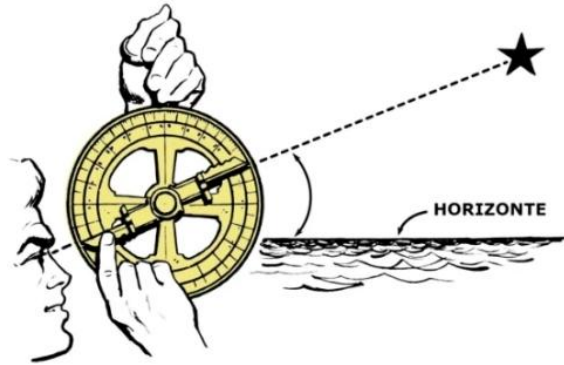
A notável Hipátia de Alexandria deixou uma marca indelével na história, sendo imortalizada na parede do Museu do Vaticano pelo renomado pintor renascentista Rafael Sanzio, que a incluiu em seu quadro "A Escola de Atenas".

Seu legado também recebeu elogios de figuras como Voltaire e Bertrand Russell. Além disso, Hipátia foi tema de um romance escrito por Charles Kingsley, intitulado "Hypatia" e publicado em 1853. Sua vida e contribuições serviram de inspiração para diversas obras de arte e literárias, evidenciando seu impacto duradouro.

OBRAS DE HIPÁTIA DE ALEXANDRIA

Infelizmente, uma parcela significativa das contribuições de Hipátia foi perdida ao longo do tempo. No entanto, graças à correspondência que manteve com seu aluno Sinésio de Cirene (que mais tarde se tornou Bispo de Ptolemais, antiga capital da província romana de Cirenaica), conseguimos

ter conhecimento de muitas outras realizações dela. Sinésio de Cirene compartilhava o interesse de Hipátia por Matemática e Astronomia, embora tenha seguido uma direção diferente ao tornar-se filósofo e bispo. Em suas correspondências, Sinésio destacou a singularidade intelectual de Hipátia, atribuindo a ela a autoria na criação de um astrolábio, um hidrômetro e um higroscópico.



Astrolábio

Durante a Idade Média, o astrolábio destacou-se como o principal instrumento astronômico, sendo amplamente utilizado. Um observador habilidoso conseguia realizar medidas de posição dos astros com uma precisão de aproximadamente um grau, apenas ao observar o

instrumento de maneira adequada.

O astrolábio planisférico, a forma clássica, parte do princípio de uma projeção esférica do universo sobre uma superfície plana, considerando a Terra no centro. A projeção é feita a partir do ponto de vista de um observador imaginário fora dessa esfera, em uma latitude específica e em um determinado momento. Esse instrumento, apesar de suas várias modificações estilísticas ao longo dos séculos, permaneceu notavelmente consistente em sua técnica.

A base do astrolábio é um prato circular grosso de latão, com uma borda graduada em horas e graus. Essa graduação pode variar, e as contagens em ângulos podem começar do sul, do leste ou ter outros ajustes, dependendo do modelo. O centro do prato é perfurado, formando um eixo que segura as partes móveis do instrumento. Discos finos de latão, conhecidos como placas, são acoplados a esse eixo e são adaptados para uso em diferentes latitudes.

A rede, uma parte fundamental do astrolábio, é encaixada sobre essas placas. Ela representa o céu em projeção estereográfica e contém informações sobre estrelas e constelações. Uma régua, acoplada à rede, estende-se pelo diâmetro do instrumento e pode conter uma escala em declinações.

A parte traseira do astrolábio apresenta escalas circulares que representam ângulos, o Zodíaco e um calendário. O calendário está disposto de tal forma que a leitura no calendário corresponde à posição do Sol sobre o Zodíaco na data em questão. No entanto, devido ao movimento de precessão dos equinócios, a utilização do calendário tem um tempo limitado de precisão.

Quarto Momento: Construção do Astrolábio

1º Passo: Recorte o transferidor impresso (disponível no final do plano de aula) e cole em um pedaço de papelão.

2º Passo: Recorte o papelão para que fique rente ao transferidor;

3º Passo: Faça um furo no local indicado do transferidor;

4º Passo: Cole o palito em cima do furo de modo que um pedaço da ponta fique para fora;

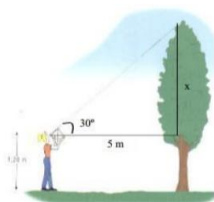
5º Passo: Amarre o barbante no furo feito anteriormente.

6º Passo: Amarre uma borracha ou algo pesado na outra ponta do barbante.

Quinto Momento: Como usar o Astrolábio?

Pega no astrolábio com uma mão e certifica-te que o palito do astrolábio está paralelo ao chão (o fio deverá marcar um ângulo de 90º);

Exemplo:



Para determinar a altura de uma árvore do jardim da sua escola, a Maria procedeu da seguinte forma:

Colocou-se a 5 m da árvore e determinou a altura dos seus olhos ao chão, altura esta que era de 1,20 m.

Observou de seguida o topo da árvore, como mostra a figura, e o ângulo determinado pelo astrolábio tinha uma amplitude de 30º. De seguida, verificou que poderia obter

um triângulo retângulo, como mostra a figura, onde conhecia a amplitude de um dos ângulos agudos e a medida de comprimento de um dos catetos do referido triângulo retângulo. Sendo assim, e como estava a aprender Trigonometria decidiu calcular a altura da árvore.

Num triângulo retângulo a razão entre o cateto oposto e o cateto adjacente a um dos ângulos agudos do triângulo, dá-nos a tangente da amplitude desse ângulo. Sendo assim, como se conhece um dos ângulos agudos do triângulo retângulo e o cateto adjacente a esse ângulo, aplicando a tangente, determinamos a medida do comprimento do cateto oposto (x) a esse ângulo, resolvendo uma equação muito simples.

$$\operatorname{tg}(30^\circ) = \frac{\text{medida do cateto oposto}}{\text{medida do cateto adjacente}}$$



$$\frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{x}{5} \leftrightarrow x = 5 \times \frac{\sqrt{3}}{3}$$
$$x \approx 2,9 \text{ m}$$

Então a altura desde os olhos da Maria até ao cimo da árvore é de 2,9 m, e portanto a altura da árvore é 2,9 m + 1,2 m = 4,1 m.

Sexto Momento: Explorando a Escola

Neste momento os alunos sairão pela escola com uma trena e uma folha de papel para anotar:

- A altura de quem vai fazer a medição;
- Distância do medidor até o que irão medir;
- Ângulo encontrado pelo Astrolábio.

Com todas as informações em mãos os alunos devem voltar para a sala para socializar as ideias de como descobriremos as alturas desejadas.

Sétimo Momento: Descobrimo as alturas

Neste momento, espera-se que os alunos construam um triângulo retângulo que representa a situação-problema e deduzam que precisam utilizar a função tangente para resolver o que se pede. Além disso, os alunos devem perceber que a altura encontrada é apenas uma altura parcial e que devem somar suas próprias alturas para obter o resultado final.

Formas de Avaliação

A avaliação do desempenho dos alunos será realizada através da observação da participação durante a aula (e dinâmica).

Referências

BBC. O mistério da brutal morte de Hipátia, a primeira matemática da História. 2018. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-46501897>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

BORGES, F. d. S. S. et al. De Hipátia a Mirzakhani: Um percurso pela habilidade feminina para a matemática. A ECONOMIA DO CONHECIMENTO: TEORIA E PRÁTICAS EM PESQUISAS, Editora Científica Digital, v. 1, n. 1, p. 21–37, 2021.

EVES, H. Introdução à história da matemática. 2. ed. São Paulo: Unicamp, 1997.

EVES, H. Introdução à história da matemática, trad. Higyno H. Domingues. Brasil: Editora UNICAMP, 2011.

FERNANDEZ, C. d. S.; AMARAL, A.; VIANA, I. V. A história de Hipátia e de muitas outras matemáticas. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2019.

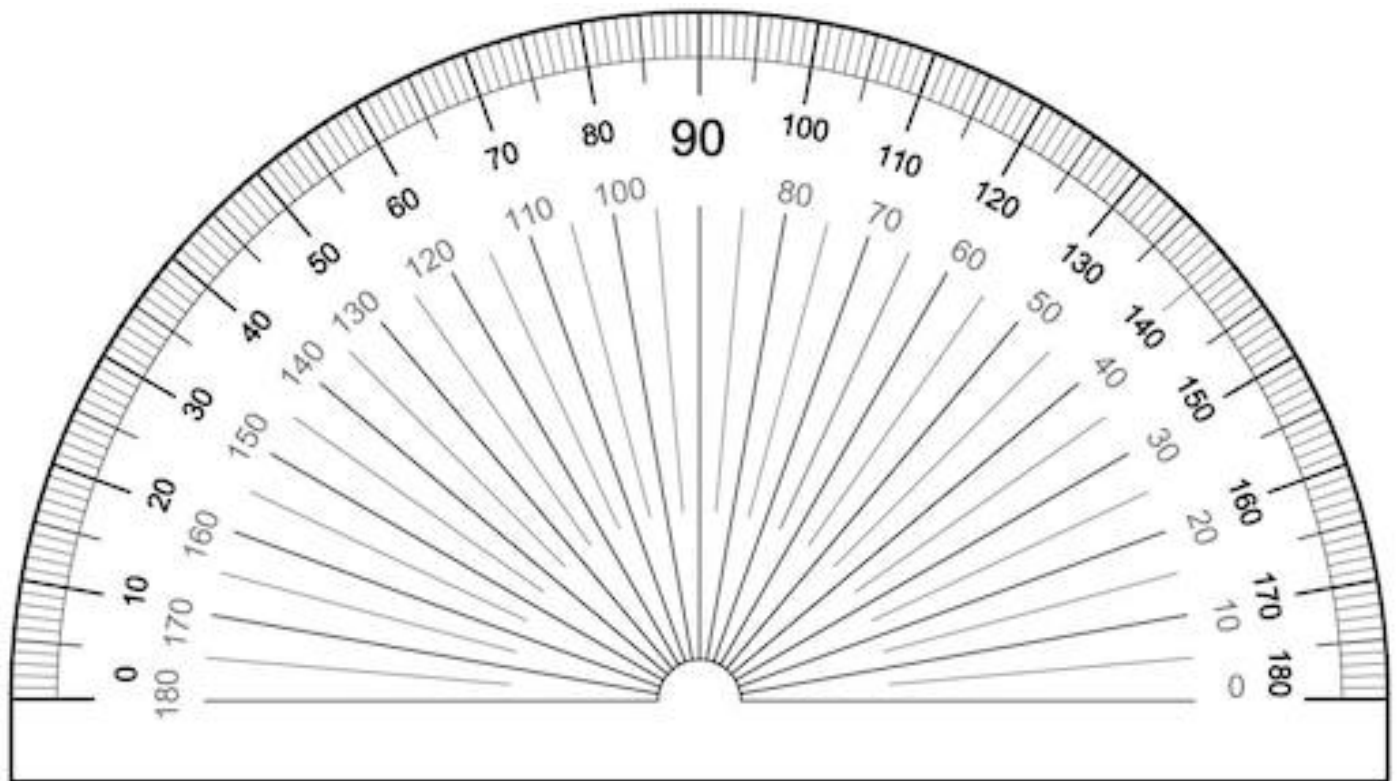
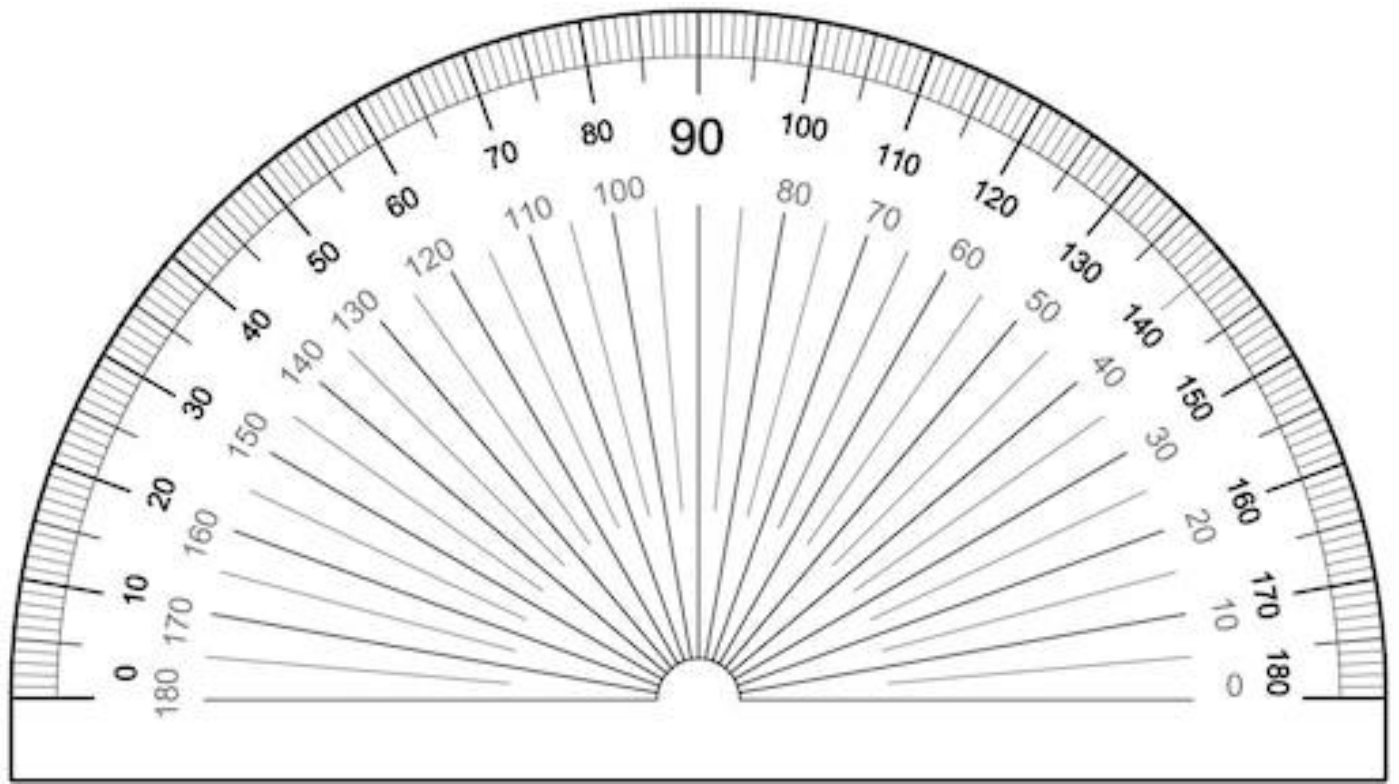
WAITHE, Mary E. (ed). Hypatia of Alexandria In: Ancient Women Philosophers, 600 B.C.- 500 A.D. (A History of Women Philosophers; Vol. 1). University of Minnesota, 1987. p.169-195.

<https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/9ano/ciencias/fundamentos-da-navegacao-astronomica/2588>

https://planetariodevitoria.ufes.br/wp-content/uploads/2021/07/Oficina_Astrolabio_Caseiro-compactado.pdf

<https://docentes.ifrn.edu.br/julianaschivani/disciplinas/matematica-i/trabalho-do-astrolabio>

https://sites.unipampa.edu.br/novostalentoscacapava/files/2014/11/14.-SlidesOficina_Astrol%C3%A1bio_InstrumentoDeMedida.pdf



Exceto quando indicado o contrário, a licença deste item é descrito como
Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Brazil