

Mulheres na Física

.....
Casos históricos, panorama e perspectivas
.....

Comissão de Relações e Gênero
Sociedade Brasileira de Física
Período: julho 2011 a junho de 2015

Elisa Maria Baggio Saitovitch (Coordenadora)
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Renata Zukanovich Funchal
Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Marcia Cristina Bernardes Barbosa
Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Suani Tavares Rubim de Pinho
Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia

Ademir Eugênio de Santana
Instituto de Física, Universidade de Brasília

Diretoria da Sociedade Brasileira de Física
(mandato julho de 2011 a julho de 2013)

Presidente Celso Pinto de Melo (UFPE)
Vice-Presidente Ronald Cintra Shellard (CBPF)
Secretário Geral Antonio Martins Figueiredo Neto (USP)
Secretário Alberto Saa (UNICAMP)
Tesoureira Rita Maria Cunha de Almeida (UFRGS)
Secretária para Assuntos de Ensino Silvânia Sousa do Nascimento (UFMG)

Diretoria da Sociedade Brasileira de Física
(mandato julho de 2013 a julho de 2015)

Presidente Ricardo Magnus Osório Galvão (USP)
Vice-Presidente Belita Koiller (UFRJ)
Secretário Geral Vanderlei Salvador Bagnato (USP-SC)
Secretário Ivo Alexandre Hummelgen (UFPR)
Tesoureiro Carlos Chesman de Araújo Feitosa (UFRN)
Secretária para Assuntos de Ensino Lúcia Helena Sasserón Roberto (USP)



Comissão de Gênero
Sociedade Brasileira de Física



Elisa Maria Baggio Saitovitch
Renata Zukanovich Funchal
Marcia Cristina Bernardes Barbosa
Suani Tavares Rubim de Pinho
Ademir Eugênio de Santana
(Organizadores)

Mulheres na Física

.....
Casos históricos, panorama e perspectivas
.....



Copyright © 2015 Editora Livraria da Física
1ª Edição

Direção editorial: José Roberto Marinho

Revisão: Simone Tavares Rubim de Pinho Lima

Projeto gráfico e diagramação: Fabrício Ribeiro

Capa: Fabrício Ribeiro

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Índices para catálogo sistemático:

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida
sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.

Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107
da Lei N° 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



Editora Livraria da Física
www.livrariadafisica.com.br

Sumário

Prefácio

PARTE I – Mulheres na História Universal da Física

Madame Curie, a Primeira Dama da Ciência.....
Renata Zukanovich Funchal

Emmy Noether, a cientista que o mundo não poderá esquecer, e a
física-matemática

Aurino Ribeiro Filho

Lise Meitner.....
Alfredo Marques

Mary Lucy Cartwright (1900-1998).....
Felipe Rizzato
Marcia C. Barbosa

Mildred Spiewak Dresselhaus: a rainha do carbono

Antonio Gomes de Souza Filho

PARTE II – Mulheres Pioneiras na Física Brasileira

Sonja Ashauer (1923-1948).....
Maria Amélia M. Dantes
Walkiria C.F.Chassot

Homenagem à Professora Elisa Frota-Pessôa

Susana de Souza Barros, na Física e no Ensino de Física
Heloisa Maria Bertol Domingues

Neusa Amato, pioneira.....
Anna Maria Freire Endler

Amélia Império Hamburger (1932-2011): ciência, educação e cultura..
Olival Freire Jr.

Yvonne Mascarenhas: cientista, mestra e pioneira
Aldo F. Craievich

Victoria Herscovitz: pioneira da física do sul
Marco Antonio Moreira

Alice Maciel: da curiosidade infantil à realização profissional
Carlos Alberto dos Santos

Alba Theumann: uma paixão pela Física.....
Sergio G. Magalhães
Marco A. Idiart

Recordando Carolina.....
Saulo Carneiro

PARTE III – Panorama e Perspectivas

Mulheres na Física: uma análise quantitativa.....
Elisa B. Saitovitch
Betina S. Lima
Marcia C. Barbosa

Sobre os autores.....

Prefácio

Mulheres na Física nasceu por iniciativa da atual Comissão de Relações de Gênero (CRG) da Sociedade Brasileira de Física (SBF). A CRG-SBF, instituída em 2003, tem como atribuição a identificação e a busca de soluções aos problemas gerados por obstáculos para que as atividades em física sejam conduzidas independentemente de gênero e etnia. Essas dificuldades, evidenciadas no número reduzido de mulheres atuando na área de física, são usualmente atributos da discriminação e do desconhecimento. Desse modo, uma das principais tarefas da CRG-SBF é promover o debate contínuo sobre o fazer ciência e o gênero, não somente junto à comunidade da física e áreas afins, mas também com as gerações de jovens ainda no ensino médio. Pretende-se, com a edição do *Mulheres na Física*, prover subsídios para este debate.

O livro está dividido em três partes. Os capítulos da Parte I descrevem as trajetórias de mulheres da história universal do período contemporâneo em sua atuação na área de física. Homens e mulheres precisamos de figuras heroicas para definir os limites de nossas aspirações e possibilidades. Assim, ao apresentar alguns exemplos de sucesso de mulheres cientistas, esperamos não apenas informar, mas sobretudo despertar interesse e admiração por essas pioneiras, que elas possam ser as heroínas de uma nova geração de mulheres cientistas. Um aspecto importante é a ênfase nas dificuldades que encontraram para trabalhar nesta área, a despeito de suas valorosas descobertas. As pesquisadoras selecionadas se caracterizam não somente por contribuir de forma fundamental para o desenvolvimento da física, mas igualmente por incorporarem ao debate científico uma esfera humanística.

O primeiro capítulo desta primeira parte descreve como Marie Curie, uma polonesa pobre que desenvolveu o seu trabalho de pesquisa experimental em uma França xenofóbica, chegou a ser reconhecida mundialmente ao receber dois Prêmios Nobel. Ciente de sua função social como pesquisadora, durante a Primeira Guerra Mundial, Marie

transformou seu laboratório em verdadeiro centro de formação, para auxiliar o esforço humanitário de guerra, formando 150 enfermeiras radiologistas.

O capítulo seguinte da Parte I é dedicado a Emmy Noether, uma alemã judia proveniente de uma família de acadêmicos. Emmy não teve uma trajetória mais fácil que Marie Curie. A escolha da matemática como disciplina a fez adentrar em um meio acadêmico severamente machista, que a impediu de obter uma cátedra na Universidade de Göttingen como *Privatdozent* por ser mulher. O já então famoso matemático Hilbert, reconhecendo o absurdo do caso, sentenciou publicamente: “Não vejo em que o sexo da candidata possa ser um argumento contra sua admissão como *Privatdozent*. Afinal, somos uma universidade e não uma casa de banhos”. Apesar de sua postura discreta, Emmy Noether não se esquivou do embate ideológico na Alemanha. Foi para o exílio nos Estados Unidos em razão da perseguição nazista na Alemanha. Atualmente, seus famosos teoremas sobre simetrias e as leis da natureza são considerados como base estruturante de toda a física.

Lise Meitner aliou à perseverança, que a fez sobreviver a uma Alemanha nazista e a grupos de pesquisa que não aceitavam mulheres, uma visão humanista, que a levaram a se recusar a participar dos projetos de construção de armas nucleares, apesar de ter sido a criadora da fissão nuclear. Esta combinação de resiliência e de humanidade levou a escreverem em sua lápide: “Lise Meitner, física que nunca abandonou sua humanidade”.

Mary-Lucy Cartwright, uma inglesa discreta e independente, dedicou-se à matemática aplicada. Proveniente de uma família com recursos limitados, custeou seu doutorado trabalhando como professora de jovens. Durante a Segunda Guerra Mundial, atuou na Cruz Vermelha, ao tempo em que trabalhava na solução de equações não lineares, fundamentais para o desenvolvimento da eletrônica utilizada nas comunicações do exército inglês. Este estudo deu origem à hoje denominada “teoria do Caos”, quarenta anos antes de este assunto ser reconhecido como relevante.

Mildred Dresselhaus, a única pesquisadora cuja trajetória é apresentada na Parte I que ainda vive, é conhecida como a “Rainha do Carbono”. Além de ter se tornado uma referência no estudo de nanoestruturas, encontrou tempo para atuar na questão de gênero e conciliar o laboratório, a família numerosa e uma forte atenção à política científica. Em seu amplo laboratório transitam diferentes nacionalidades, inclusive diversos brasileiros com os quais até hoje mantém trabalho de colaboração.

Os capítulos da Parte II descrevem as trajetórias de mulheres da história da física no Brasil. A ênfase é dada ao pioneirismo destas mulheres. A escolha dos nomes se deu de modo a salientar a diversidade das personalidades, assim como analisar o impacto que tiveram na criação de diferentes instituições de física no Brasil. Os nomes são consagrados e conhecidos, mas a dimensão da importância que tiveram na física ainda carece de estudo.

A Parte II inicia-se com Sonja Ashauer, que foi a primeira brasileira a concluir o doutorado em física, tendo sido aluna do célebre físico britânico Paul A. M. Dirac, na Universidade de Cambridge. Infelizmente veio a falecer após seu retorno ao Brasil. A atuação de Sonja, certamente, teria tido um impacto muito mais singular se tivesse, como pretendia, se estabelecido em São Paulo.

Elisa Frota Pessoa e Sonja Ashauer foram as duas primeiras mulheres a se graduar em física no Brasil. Elisa participou intensamente do desenvolvimento da pesquisa experimental em três instituições do Rio de Janeiro: na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Além de notável fisicista experimental, foi uma voz importante na política científica brasileira. Como consequência de suas posições, foi expurgada pelo Ato Institucional Nº 5, o famigerado AI-5. Não se deixando abater, continuou sua luta científica até a aposentadoria. A importância de suas contribuições científicas foi reconhecida em diversas instâncias, mas em particular ao receber a outorga do título de Professora Emérita do CBPF.

Suzana de Souza Barros teve uma trajetória de viajante pelo mundo. Argentina de nascimento, atuou em física na Bolívia, Inglaterra, Estados Unidos e Brasil. Durante o período militar, quando vivia nos Estados Unidos, deu abrigo a brasileiros exilados. Lá, ela encontrou uma nova paixão: a pesquisa na área de ensino de física. Retornou ao Brasil permanentemente e foi trabalhar na UFRJ. Tornou-se uma das figuras mais marcantes na área de ensino de física no país.

Neusa Amato, filha de imigrantes, foi uma das precursoras da pesquisa em física no CBPF. Em 1950, Neusa e Elisa Frota Pessoa publicaram, nos Anais da Academia Brasileira de Ciências, o primeiro trabalho científico do CBPF. Neusa coordenou vários laboratórios no CBPF, conseguindo conciliar a carreira e o cuidado com os filhos que, após a morte prematura do marido, ficaram sob sua inteira responsabilidade.

Amélia Hamburger teve sua iniciação científica em física nuclear na Universidade de São Paulo (USP). No exterior, junto ao marido, Ernst Hamburger, conviveu com outro casal, Suzana e Fernando de Souza Barros. Amélia e Ernst sofreram dos desmandos e da arbitrariedade do tempo da ditadura militar. A atuação científica e intelectual levou o casal à prisão, o que resultou em profundas consequências na atividade acadêmica de Amélia: reinventou-se como pesquisadora, passando a atuar também em história, epistemologia e ensino de física com a mesma paixão que atuara em física teórica.

Yvonne Mascarenhas, uma paulista do interior do estado, foi uma fisicista experimental notável, sendo a primeira cristalógrafa no Brasil. Além de ter se dedicado à pesquisa, Yvonne teve uma atuação ímpar no ensino a jovens estudantes do fundamental e médio. Por seu trabalho, recebeu inúmeros prêmios, incluindo a Honra do Mérito Científico do CNPq.

Victoria Herscowitz, com graduação em engenharia, foi a primeira doutora formada pelo Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Além de ter se dedicado à física nuclear, atuou em administração científica e, no final de sua carreira, trabalhou na área de ensino de física. Sua dedicação aos estudantes impactou gerações de alunos da UFRGS.

Alice Maciel foi a primeira física experimental da UFRGS. Participou do primeiro experimento de medida de correlação angular, realizado naquela universidade. A manipulação de elementos radioativos deixou sua saúde fragilizada; entretanto, sempre atuou com jovialidade na pesquisa e na administração científica.

Alba Theumann foi uma viajante por natureza. Nascida na Argentina, graduou-se na Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, em 1962, e doutorou-se na Belfer Graduate School of Science - Yeshiva University, em 1966. Desenvolveu trabalhos de pesquisa na França, Suécia, Estados Unidos e finalmente Brasil, na UFRGS. Teve como marca de trabalho o rigor científico. Personalidade marcante, foi inspiração a estudantes e colegas.

A Parte II termina com um capítulo dedicado a Maria Carolina Nemes. Física teórica paulista, radicou-se em Belo Horizonte, trabalhando na Universidade Federal de Minas Gerais. Foi uma mulher de múltiplos interesses, transitando da física para a música e para a arte. O seu maior encanto, porém, foram seus alunos, que frequentavam sua casa em todas as horas. Orientou mais de cinquenta alunos de mestrado e mais de quarenta alunos de doutorado. Esta mulher e física excepcional veio a falecer prematuramente em um acidente caseiro.

Nessas duas Partes, as escolhas são aquelas que consideramos representativas, mas que foram também delimitadas pela disponibilidade de autores. Assim alguns outros nomes que cogitamos inicialmente, e que por certo enriqueceriam ainda mais esta apresentação, não foram contemplados.

A Parte III deste *Mulheres na Física* aborda questões sobre a pouca participação de mulheres em física, com base em uma análise de natureza estatística. Vale ressaltar que, em um contexto geral, muitos evitam a descrição social do problema de gênero, em opção a uma falsa naturalização biológica para justificar a pouca participação de mulheres em ciências e, mais especificamente, em física. Mascaram assim uma situação que, quando analisada com acuidade, se revela como discriminação imposta à mulher. Ou seja, muitas análises tendem a começar com algum elemento supostamente essencial, fundamental, da natureza biológica da mulher, que justifique sua participação e atuação no mundo

submetida à opressão e discriminação na forma que é! Entretanto, esse suposto construto essencial possui forte componente metafísico, que finda por ajudar na perpetuação da própria violência, negando-lhe – mas sem sustentação – seu marcante conteúdo ideológico.

A identificação dessa marca ideológica da violência à mulher é o que explica a existência de elementos díspares nessa discussão. Por exemplo, certas mulheres desprezam qualquer movimento feminista, em prol de seu *status quo*; enquanto alguns homens são parceiros militantes. Ainda desse ponto de vista, o problema da opressão e discriminação contra as mulheres, por ser também uma questão de natureza moral e humanista, é de interesse de todos os seres humanos. E aqui, até quem se diz neutro, neutro não é! Pelo contrário, a opção pela neutralidade produz ainda mais dano: a suposta neutralidade é um outro elemento do mecanismo que tende a perpetuar a violência.

Por mais ativas que sejam nas diversas fases da história e em diversas áreas, as mulheres continuam a ter pouca participação nas instâncias de decisões fundamentais em nossa sociedade. Por isso a persistente falta da presença feminina nos altos escalões das forças armadas, ou na atuação em postos elevados da ciência, enquanto atividades estratégicas fundamentais na organização das sociedades contemporâneas. E entre todas, por se relacionar praticamente com todas as outras áreas do conhecimento, a física apresenta participação feminina nas instâncias superiores de decisão quase inexpressiva. Esta participação percentualmente mínima, com sua origem em elementos de exclusão construídos socialmente ao longo de séculos, é disfarçada pelo referido manto de invisibilidade social, que embota a análise objetiva desse processo. É esta análise que é conduzida na Parte III deste livro. A pesquisa, baseada nos bancos de dados de agências de fomentos, da Sociedade Brasileira de Física e em dados provenientes dos encontros internacionais e nacionais, tenta trazer luz ao problema da insipiente participação das mulheres em física, através de uma análise quantitativa.

Por último, é importante enfatizar que este *Mulheres na Física* só se tornou possível graças à colaboração e sugestões de muitas pessoas com quem tratamos sobre o projeto. A todos e a todas apresentamos

nossos agradecimentos sinceros. Explícita e especialmente agradecemos aos Autores dos capítulos, sem os quais o projeto não seria possível. Agradecemos a Simone Tavares Rubim de Pinho Lima, pela leitura e correções da versão final, e à equipe de edição da LF Editorial. Gostaríamos de agradecer também a Olival Freire Jr. (IF-UFBA) e a Ronald Cintra Shellard (CBPF) pelo apoio, incentivo e sugestões em diversos momentos durante a condução desse projeto. Nossos agradecimentos ao CNPq pelo apoio financeiro.

Elisa Maria Baggio Saitovitch (CBPF)

Renata Zukanovich Funchal (IF-USP)

Marcia Cristina Bernardes Barbosa (IF-UFRGS)

Suani Tavares Rubim de Pinho (IF-UFBA)

Ademir Eugênio de Santana (IF-UnB)

Organizadores

.....
PARTE I
.....

Mulheres na História Universal da Física

Madame Curie, a Primeira Dama da Ciência

Renata Zukanovich Funchal

“Marie Curie é, de todos os seres celebrados, o único que a fama não corrompeu.” (Albert Einstein)

Uma das mulheres mais celebradas da história da ciência, Marya Sklodowska, nasceu em 7 de novembro de 1867 em Varsóvia, em uma Polônia sob ocupação. Tanto o pai como a mãe de Marya pertenciam a uma nobreza rural polonesa empobrecida e, curiosamente, ambos optaram por uma vida intelectual. A mãe, Bronislawa Sklodowski, católica fervorosa, era professora e foi diretora de uma das melhores escolas de meninas da cidade de Varsóvia. O pai, Wladislaw Sklodowski, depois de realizar estudos científicos na Universidade Estatal de São Petersburgo, tornou-se professor de matemática e física e depois diretor de escola.

Filha caçula, Manya como era tratada carinhosamente, teve três irmãs – Zofia (1862), Bronislawa (1865) e Helena (1866) – e um irmão, Józef (1863). Apesar de ter sido uma criança prodígio que aprendeu a ler aos 4 anos de idade, “porque era tão fácil!”, teve sua infância marcada por duas tragédias: as mortes prematuras da irmã mais velha, Zofia, de tifo, em 1876, e da mãe, de tuberculose, dois anos depois. Essas duas fatalidades fizeram Manya abandonar de vez a religião, tornando-se agnóstica. A morte da Sra. Sklodowska deixou o pai de Manya sozinho com quatro filhos de menos de 15 anos para criar, com um único e parco salário.

O Sr. Sklodowski, tremendamente admirado pelos filhos e especialmente por Manya, valorizava todo tipo de conhecimento. Era um homem que achava natural conhecer prosa e poesia, assim como estar

a par dos grandes progressos científicos em física e química da sua época. Quando as autoridades russas proibiram o uso de laboratórios nas escolas polonesas, trouxe os equipamentos do laboratório de física para casa e instruiu seus filhos de como utilizá-los. Falava grego, latim, inglês, francês, alemão, assim como russo e polonês. Patriota, queria a independência da Polônia mas tinha aversão à violência e ao espírito partidário. Por essa razão, nunca aderiu ao internacionalismo de Marx, apesar de ter, por natureza, ideias próximas ao socialismo. Acreditava que a melhor maneira de servir à causa da Polônia era pela educação, não pela força. Era ateu, ou, como ele diria, livre-pensador.

Esse homem teve um papel crucial e grande influência na formação científica e humanística dos filhos. Józef, o filho mais velho, pôde educar-se na Polônia, tornando-se médico. Bronya, como era chamada pela família Bronislawka, e Manya, impossibilitadas de ter acesso à educação superior na Polônia, que era inacessível a mulheres na época, envolveram-se por algum tempo com a *Université Volante* (*Uniwersytet Latający*), instituição educacional clandestina que desafiava a autoridade russa e admitia estudantes mulheres. Mas logo ficou claro para as irmãs que seria impossível alcançar suas aspirações intelectuais na Polônia. Fizeram um pacto: apesar das dificuldades financeiras que a família enfrentava, iriam se ajudar mutuamente para estudar na França. Para elas, a França representava um lugar onde a liberdade de pensamento imperava e o saber era respeitado, um lugar sobretudo fora da influência dos opressores da Polônia.

Primeiro, Bronya foi estudar medicina em Paris, sustentada pelo salário de Manya, que se tornou governanta aos 17 anos. Em seguida, foi a vez de Manya, que pôde finalmente, com o auxílio financeiro do pai, ir para Paris em 1891, inicialmente se instalando na casa de Bronya, então casada com um colega médico polonês. Nesse mesmo ano, Manya ingressou como estudante na *Faculté des Sciences* da Universidade de Paris, a famosa Sorbonne, e mudou-se para um pequeno aposento no *Quartier Latin*, onde passou a levar uma vida espartana e de muitas dificuldades financeiras.

A tímida polonesa de cabelos claros e olhos acinzentados, que nos registros da Sorbonne aparecia como Marie Skłodowska, logo

percebeu que seus conhecimentos de matemática e física estavam muito aquém daqueles dos estudantes franceses. Mas desafios nunca foram problemas para Marie. Assim, uma vontade de ferro, um gosto quase maníaco pela perfeição e uma teimosia que sempre marcaram o seu caráter fizeram Marie obter, em 1893, o diploma de *Licenciée ès Sciences Physiques*¹, ocupando o primeiro lugar da turma.

O recebimento de uma bolsa de estudos polonesa, a *Alexandrovitch Scholarship*, permitiu a Marie permanecer por mais um ano em Paris. Por conta disso, em 1894, Marie recebeu também o diploma de *Licenciée ès Sciences Mathématiques*², desta vez ocupando um mero segundo lugar. Alguns anos mais tarde, em um ato sem precedentes, Marie restituiu o valor integral da bolsa recebida à Fundação Alexandrovitch. Para ela, tratava-se de uma dívida de honra, pois aquele dinheiro que fora tão crucial para ela poderia agora servir para ajudar a outra pessoa. Esse fato, quase anedótico para os padrões de hoje, é, no entanto, muito revelador sobre nossa heroína.

Marie começou sua carreira científica investigando propriedades magnéticas de aços, estudo encomendado pela Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale. No início de 1894, ela estava em busca de um espaço de laboratório para conduzir essas investigações. Foi por essa razão que o físico polonês Józef Kowalski-Wierusz lhe apresentou Pierre Curie. Kowalski pensava que Pierre, que era instrutor na École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris (ESPCI), tinha acesso a um grande laboratório e que poderia ceder um espaço para Marie. Pierre naquela época desenvolvia pesquisas em piezoelectricidade, simetria de cristais e magnetismo.

Pierre, que tinha 35 anos e uma vida dedicada inteiramente à pesquisa científica, ficou impressionado com Marie. Nela, ele reconheceu a mesma paixão e devoção que ele tinha pelo trabalho e pela ciência. Embora Pierre dirigisse de fato um pequeno laboratório, ele encontrou

1 A Licence é um grau universitário do ensino superior francês que existe desde a Idade Média. Equivale, aproximadamente, a uma graduação.

2 Na época, existiam três Licences ès Sciences: Licence ès Sciences Physiques, Licence ès Sciences Mathématiques e Licence ès Sciences Naturelles. Era possível obter dois desses diplomas em três anos de estudo.

espaço para que Marie pudesse desenvolver o seu trabalho. A obsessão que eles compartilhavam pela física e a similitude de nobreza de caráter os aproximaram a ponto de Pierre lhe propor casamento.

Marie prezava muito sua independência e, por essa razão, havia decidido que amor, casamento e filhos não eram para ela. De fato, ela acreditava que suas ambições científicas eram incompatíveis com uma vida sentimental. Marie também estava planejando voltar para a Polônia, onde ela pretendia ensinar e tentar ser útil. Poloneses, segundo ela, não tinham direito de abandonar o seu país. Por essas razões, inicialmente Marie recusou a proposta de Pierre.

Durante uma viagem a Varsóvia para visitar a família, dois acontecimentos praticamente decretaram seu exílio na França. Seus sonhos de ensinar na Polônia receberam uma dose de realidade quando lhe foi recusada uma posição na Universidade de Cracóvia, sob alegação de que ela era mulher. Pierre escreveu-lhe encorajando-a a voltar para Paris para fazer um doutorado em física. A frustração de ver-se impedida de ensinar na Polônia e a possibilidade de desenvolver pesquisa na França fizeram com que a Marie patriota perdesse os argumentos para a Marie cientista e permitiram ao mundo conhecer Marie Curie.

De fato, Pierre, tirado de sua indolência pela própria Marie, estava na época escrevendo finalmente sua tese de doutorado sobre os resultados de seus experimentos em paramagnetismo, diamagnetismo e ferromagnetismo. Ele defendeu sua tese em 1895, tornando-se, em seguida, professor da ESPCI. No mesmo ano, Pierre e Marie casaram-se em uma cerimônia simples em Sceaux, na casa dos pais de Pierre. Os dois cientistas compartilhavam muitas coisas, além do gosto pela ciência: eram tímidos, desapegados das coisas materiais e muito humildes. Eram também bastante esportivos e gostavam de fazer longas caminhadas e passeios de bicicleta pelo interior da França.

Pierre Curie nasceu em Paris em 15 de maio de 1859 em uma família de médicos de origem alsaciana. Seu pai, Dr. Eugène Curie, embora exercesse a profissão de médico para sobreviver, era de fato um pesquisador devotado. Coincidentemente, o Dr. Curie era um pensador livre anticlerical, com enorme respeito e paixão pela cultura em geral e

pela ciência, em particular. Não era muito diferente nesses aspectos do pai de Marie. Pierre não frequentou escolas e recebeu em

casa instrução do pai e de tutores. Porém, sua educação foi excelente pois tornou-se *Bachelier ès Science*³, aos 16 anos, e *Licencié ès Sciences Physiques*⁴, pela Sorbonne, aos 18. Um ano depois, já era assistente do Prof. Desains na Sorbonne, posição que ocupou durante cinco anos. Seu irmão mais velho, Jacques, era também físico e os dois realizaram juntos pesquisas importantes no início da carreira.

Jacques e Pierre descobriram a piezoeletricidade, ou seja, a capacidade de alguns cristais de gerar eletricidade por pressão mecânica. O trabalho dos dois irmãos levou também à invenção de um aparelho de muita utilidade prática, o eletrômetro, capaz de medir com precisão pequenas quantidades de corrente elétrica usando o efeito piezoelétrico. Esse aparelho foi posteriormente de fundamental importância no estudo da radioatividade. A piezoeletricidade encontra hoje uma série de aplicações, que vão desde a ignição de isqueiros por faísca elétrica, microfones, alarmes antifurto a instrumentos científicos de precisão.

Em 1883, os irmãos Curie separaram-se, Jacques tornando-se professor em Montpellier e Pierre, chefe de laboratório na ESPCI. Pierre prosseguiu sozinho. Desenvolveu pesquisas em magnetismo que o levaram à descoberta de uma temperatura crítica a partir da qual materiais ferromagnéticos perdem a propriedade de magnetizar-se espontaneamente, a temperatura de Curie. Descobriu também o efeito da temperatura sobre materiais paramagnéticos, a lei de Curie.

Apesar de todas essas invenções e descobertas científicas, o nome de Pierre Curie era pouco conhecido em Paris e pouco reconhecido pela academia francesa. No entanto, Lord Kelvin fez questão de visitar Pierre na ESPCI durante sua visita a Paris em 1893. O eminente cientista inglês deve ter ficado surpreso ao constatar que Pierre Curie trabalhava sem nenhum assistente em um lugar miserável de recursos.

Em 1896, Henri Becquerel descobriu que sais de urânio emitiam espontaneamente raios que se pareciam com o raio X descoberto

3 Trata-se de um diploma de conclusão dos estudos secundários. Hoje ele foi substituído pelo *baccalauréat*.

4 Não parece que Pierre tenha obtido uma Licence ès Sciences Mathématiques como Marie.

em 1895 por Wilhelm Röntgen. Era a primeira vez que alguém observava o fenômeno ao qual mais tarde Marie iria dar o nome de radioatividade. Intrigada pela descoberta de Becquerel, decidiu que o estudo do referido fenômeno seria seu tema de pesquisa. Sem um laboratório adequado, Marie utilizava para fazer seus experimentos um barracão abandonado da ESPCI, que anteriormente servira como sala de dissecação de cadáveres da escola de medicina.

Usando uma câmara de ionização, um eletrômetro e um quartzo piezoelétrico, Marie começou a estudar o poder de ionização dos raios urânicos, que eletrificavam o ar que os circundava, através de medidas precisas da corrente elétrica gerada. Demonstrou também que a atividade dos compostos de urânio, que podia ser medida com precisão, era proporcional à quantidade de urânio contida no material e que essa atividade não era afetada por fatores externos como luz ou temperatura. Marie acreditava que em breve seria capaz de demonstrar que essa estranha radiação era uma propriedade atômica.

Em 12 de setembro de 1897 nasceu a primeira filha dos Curie, Irène, de parto realizado pelo pai de Pierre. A ideia de escolher entre família e uma carreira nunca passou pela cabeça de Marie. De fato, logo após o nascimento de Irène, Marie voltou a trabalhar em suas pesquisas na ESPCI. Nessa mesma época, a mãe de Pierre morreu em decorrência de um câncer e o Dr. Curie passou a morar na casa do filho, em Paris. O Dr. Curie foi de grande auxílio para Marie, ajudou a cuidar de Irène e a educá-la. Essa ajuda foi especialmente importante depois da morte de Pierre. O Dr. Curie foi o primeiro professor de Irène e um grande amigo seu até o final da vida.

Abandonando o estudo dos compostos de urânio, Marie decidiu estudar a atividade de todos os estados puros e compostos de elementos químicos conhecidos. Descobriu que compostos de tório também emitiam raios espontâneos, com intensidade semelhante aos do urânio. O fenômeno não era então propriedade do urânio e, portanto, merecia um nome distinto. Marie resolveu chamá-lo de radioatividade. Decidiu partir para uma inspeção sistemática e exaustiva dos minerais da coleção da ESPCI e concluiu, como ela suspeitava de antemão, que apenas aqueles que continham urânio ou tório eram radioativos. Partiu então

para medir a atividade dos minerais radioativos. Para sua surpresa, descobriu que a sua radioatividade era muito superior ao que se poderia estimar pela quantidade de urânio e tório contida nesses minerais. Em particular, a pechblenda, uma variedade de uraninita, aparentava ser quatro vezes mais ativa que o urânio. Foi forçada à conclusão de que esses minerais devem conter uma quantidade muito pequena de uma substância radioativa ainda mais potente que o urânio e o tório, um novo elemento químico (SKLODOWSKA-CURIE, 1898).

Em vista do caráter inusitado dos resultados de Marie, Pierre, que até então acompanhava os seus experimentos de longe, decidiu abandonar suas pesquisas sobre cristais e juntar-se a sua esposa na busca da nova substância. Foi assim que, em junho de 1898, começou uma colaboração profícua que durou oito anos até a inesperada morte de Pierre.

Eles, talvez felizmente, não imaginavam que a quantidade da substância que procuravam era tão diminuta que seriam forçados a processar toneladas de minério. Em julho de 1898, anunciaram em um artigo científico a existência do polônio: “Acreditamos que a substância que extraímos da pechblenda contém um metal ainda não observado, relacionado ao bismuto por suas propriedades. Se a existência desse novo metal for confirmada, propomos chamá-lo de polônio, do nome do país de origem de um de nós” (CURIE, SKLODOWSKA-CURIE, 1898). Esse era um nome provocador, pois a Polônia já não existia como estado independente desde 1795, quando seu território foi dividido entre a Prússia, a Rússia e o Império Austríaco.

Em dezembro do mesmo ano, anunciaram a existência de uma outra substância, o rádio: “As diversas razões que acabamos de enumerar nos levam a crer que a nova substância radioativa contém um novo elemento que propomos chamar de rádio” (CURIE, SKLODOWSKA-CURIE, BÉMONT, 1898).

O impacto dessas duas descobertas foi enorme. Não apenas colocam questões difíceis para os conhecimentos físicos da época, como também inauguram um novo ramo da física, que terá repercussões quase imediatas na medicina. De fato, entre os 32 artigos que os Curie publicaram, em conjunto ou separadamente, entre 1898 e 1904, já havia

um que anunciava que células cancerígenas eram eliminadas mais rapidamente que células normais por exposição ao rádio. Essa constatação deu origem a um método terapêutico para tratamento de tumores baseado na aplicação direta do material radioativo sobre o tumor, a chamada Curioterapia. Estavam, portanto, igualmente nascendo tratamentos que mais tarde seriam conhecidos pelo nome de radioterapia, e com eles, a indústria do rádio. Por outro lado, a explicação física das propriedades inusitadas do polônio e do rádio precisaram esperar o advento de novos paradigmas: a relatividade e a física quântica.

O rádio será um elemento de fascínio por muito tempo. Brilha no escuro e emite energia. A ideia de se reapropriar dessa energia teve grande apelo comercial. O rádio passou por algum tempo a ser tratado como “o elixir da vida”, sendo usado indiscriminadamente em produtos de beleza, maquiagem, tintas, dentifrícios, bebidas e mesmo produtos para bebês! *Radium, for a Healthy Glow* (Rádio, para um brilho saudável) será um *slogan* comum na mídia entre os anos 20 e 30! Infelizmente, até o final da Segunda Guerra Mundial, as pessoas não compreenderam os perigos da exposição à radiação.

Para provar, em particular para os químicos, que não aceitavam a existência de novas substâncias cujo peso atômico fosse desconhecido, os Curie lançaram-se em uma corrida para isolar o polônio e o rádio. A separação da pechblenda, em particular, resultou de uma tarefa hercúlea, porque eles não tinham dinheiro, não tinham um laboratório adequado ou auxílio técnico de ninguém. Foi nessas condições que os Curie realizaram uma das maiores descobertas da física. Dividiram as tarefas. Enquanto Pierre tentava determinar as propriedades do rádio, Marie desenvolvia e realizava tratamentos físico-químicos que permitiriam obter os sais de rádio. Finalmente, em 1902, 45 meses após o anúncio da provável existência do rádio, Marie conseguiu separar 0,1 grama de cloreto de rádio puro a partir de uma tonelada de pechblenda e medir o peso atômico da nova substância: 225⁵.

O pai de Marie escreveu em sua última carta: “E agora você conseguiu sais de rádio puro! Se você considerar o trabalho que foi

5 De fato, mais tarde a própria Marie Curie determinou essa massa com maior precisão. Sabemos hoje que o valor correto é 226.

necessário para obtê-lo, é certamente o mais caro de todos os elementos químicos! Que pena que esse trabalho, ao que parece, tenha apenas interesse teórico!” (CURIE, 1981). O orgulho e a satisfação do velho professor teriam sido indescritíveis se ele tivesse vivido por mais dois anos para ver sua pequena Manya ser contemplada com o Prêmio Nobel de Física.

Em junho de 1903, Madame Curie defendeu sua tese de doutorado *Pesquisas sobre Substâncias Radioativas* na Sorbonne, em uma sala completamente lotada por físicos e químicos, tornando-se a primeira mulher na Europa a ter um doutorado.

As primeiras honras vieram da Inglaterra. A Royal Institution convidou Pierre para fazer uma palestra em Londres sobre a radioatividade. Marie assistiu à palestra de Pierre sentada ao lado do Lord Kelvin, tornando-se a primeira mulher na história a ser autorizada a assistir a uma sessão da Royal Institution.

Em dezembro de 1903, a Academia Real das Ciências da Suécia conferiu a Henri Becquerel, Pierre Curie e Marie Curie o Prêmio Nobel de Física, “em reconhecimento aos serviços extraordinários que eles prestaram por suas pesquisas conjuntas sobre o fenômeno da radiação descoberto pelo Professor Henri Becquerel”⁶. Marie foi, assim, a primeira mulher a receber um Prêmio Nobel. Em carta ao irmão Jozéf, Marie fala do prêmio: “Recebemos metade do Prêmio Nobel. Eu não sei exatamente o que isso significa; acredito que seja cerca de 70 mil francos. Para nós, é uma soma enorme... Estamos inundados por cartas e visitas de fotógrafos e jornalistas. É de se querer fazer um buraco no solo para encontrar um pouco de paz... Com muito esforço, temos evitado os banquetes que as pessoas querem organizar em nossa honra. Recusamos com a energia do desespero e as pessoas entendem que não há nada a fazer”. “As pessoas têm nos impedido de trabalhar o máximo possível. Agora eu decidi ser corajosa e não mais receber visitas – mas eles continuam me perturbando. Nossa vida foi completamente estragada pelas honras e pela fama.” (CURIE, 1981).

6 Veja <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/>.

O sonho de Pierre era tornar-se professor da Sorbonne para poder ensinar às novas gerações de físicos e conseguir um laboratório para realizar suas investigações com equipamentos adequados, aquecimento no inverno e alguns auxiliares. Mas, como já disse Montaigne, “Com grande mérito e ainda maior modéstia, pode-se ficar desconhecido por um longo tempo”. Assim, a tão almejada posição de professor da Universidade de Paris só veio em 1904, após o reconhecimento mundial. Infelizmente, o laboratório que lhe foi prometido ele nunca veria construído...

No processo de purificação da pechblenda para isolar o rádio, Marie inventou a técnica que permitiu a separação físico-química do rádio e criou o processo de fabricação de sais de rádio. Quando o uso terapêutico do rádio ficou conhecido, começaram-se a buscar minérios radioativos em todos os lugares. De comum acordo, os Curie decidiram não patentear nenhuma das etapas do processo e revelar sem reservas todos os detalhes necessários para a produção industrial. Qualquer outra atitude seria, segundo eles, contrária ao espírito científico. Os Curie nunca se beneficiaram financeiramente da indústria que criaram e que se foi tornando com o tempo cada vez mais lucrativa.

Em 6 de dezembro de 1904, nasceu a segunda filha dos Curie, Ève. No ano seguinte, Pierre foi nomeado, com a vantagem de um número muito apertado de votos, para a Academia Francesa de Ciências. Escreveu a um amigo: “... Encontro-me na Academia sem o desejo de aí estar e sem que a Academia aí me queira” (CURIE, 1981).

Em 19 de abril de 1906, Pierre foi atropelado na Rua Dauphine por um veículo puxado por cavalo, sofrendo uma fratura de crânio e falecendo aos 47 anos. Marie recusou procissões, delegações oficiais e discursos no funeral do marido, que foi enterrado em Sceaux, perto da mãe, no mesmo túmulo que ela ocuparia no futuro. Inicialmente, o governo francês quis oferecer a Marie uma pensão do Estado. Informada, ela recusou-a de imediato dizendo: “Eu não quero uma pensão. Sou jovem o suficiente para ganhar minha vida e sustentar minhas filhas” (CURIE, 1981). Depois da intervenção de diversas personalidades científicas, o Departamento de Física da Universidade de Paris resolveu confiar a ela, em ato inédito, a cadeira criada para Pierre, inicialmente

nomeando-a “encarregada de cursos”. Foi assim que, aos 38 anos, Marie Curie tornou-se a primeira mulher a ocupar uma posição na educação superior na França. Mas foi necessário esperar até novembro de 1908 para que ela fosse finalmente nomeada Professora Titular da Sorbonne.

A morte de Pierre deixou Marie isolada e vulnerável, mas determinada a construir o tão sonhado laboratório. O industrial americano Andrew Carnegie, que conheceu Marie após a morte de Pierre e ficou impressionado com seu entusiasmo e determinação, decidiu ajudá-la criando em 1907 uma série de bolsas de estudos para financiar pesquisadores que trabalhariam com ela. Para rebater sugestões, como a do Lord Kelvin, de que o rádio seria um composto do chumbo contendo cinco átomos de hélio, Marie conseguiu isolar finalmente o rádio, mostrando que se tratava de um metal branco brilhante, e estudou suas propriedades (SKLODOWSKA-CURIE, DEBIERNE, 1910).

Em 1910, colegas acadêmicos convenceram Marie a apresentar sua candidatura para a Academia de Ciências. Ela seria vítima de uma campanha violenta, discriminatória e xenófoba, da imprensa francesa. Ela seria vergonhosamente derrotada por Édouard Branly. De fato, a conservadora Academia de Ciências francesa precisaria esperar até 1979 para acolher a primeira mulher! É, no entanto, interessante notar que Marie foi eleita em 1922 membro da Academia Nacional de Medicina (francesa) sem precisar postular a sua candidatura.

Em 1911, a Universidade de Harvard recusou-se a lhe conferir uma distinção sob alegação de que, “depois da morte do marido, ela não teria feito nada de importante”. No que parece uma reação da comunidade científica a essas e outras acusações difamatórias, em novembro do mesmo ano, a Academia Real das Ciências da Suécia atribuiu a Marie, sozinha, o Prêmio Nobel de Química “em reconhecimento aos seus serviços para o avanço da química pela descoberta dos elementos rádio e polônio, através do isolamento do rádio e do estudo da natureza e compostos desse elemento notável”⁷. Tornou-se assim a primeira pessoa a receber dois Prêmios Nobel e a única até hoje a recebê-los em duas ciências diferentes.

7 Veja <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1911/>.

Marie foi a única mulher convidada a participar das seis primeiras edições, entre 1911 e 1933, da série dos famosos congressos Solvay, organizados e financiados pelo químico belga Ernest Solvay. Trata-se aqui de uma outra distinção conferida a ela pela comunidade científica internacional.

Em 1909, a Universidade de Paris e o Instituto Pasteur decidiram criar conjuntamente o Instituto do Rádio para desenvolver pesquisas sobre a radioatividade e facilitar suas aplicações à biologia e à medicina. Construído entre 1912 e 1914, o instituto abrigava dois laboratórios: um laboratório consagrado a pesquisas físicas e químicas da radioatividade, o laboratório Curie, dirigido por Marie Curie; um laboratório de pesquisas biológicas e médicas, o laboratório Pasteur, dirigido pelo Dr. Claudius Regaud. Ambos os prédios estão situados na rua anteriormente denominada Pierre Curie, hoje Rua Pierre et Marie Curie.

Durante a Primeira Guerra Mundial, Marie transformou seu laboratório em verdadeiro centro de formação para auxiliar o esforço de guerra. Marie, com a ajuda de sua filha Irène, formou 150 enfermeiras radiologistas, que auxiliaram os médicos nos hospitais do exército francês. Marie Curie concebeu veículos que disponibilizariam aparelhos de raio X alimentados a eletricidade por um dínamo ligado ao motor. Mais de 20 veículos equipados desta forma, as chamadas “*petites Curie*”, percorreram as zonas de combate, diagnosticando e ajudando a salvar vidas. Marie participou das operações dirigindo ela mesma um desses veículos e radiografando os feridos.

O fim da guerra teve um gosto particularmente doce para Marie: finalmente a Polônia estava livre! Porém, após a guerra, com a ajuda de Irène, que veio ser sua colaboradora no laboratório, Marie teve de enfrentar grandes dificuldades financeiras para equipar o Instituto do Rádio e transformá-lo em centro ativo. Uma doação do médico e industrial Dr. Henri de Rothschild permitiu a criação de uma fundação privada de utilidade pública, a Fundação Curie, que cuidaria de angariar recursos financeiros para o instituto⁸.

8 A Fundação Curie tornou-se, desde então, modelo para os centros de tratamento do câncer no mundo inteiro. O Instituto do Rádio e a Fundação Curie fusionaram-se em 1970 para formar o Instituto Curie, que hoje se dedica à pesquisa, ao ensino e ao tratamento

Uma jornalista americana, Marie Mattingly Meloney (Missy), editora de uma revista feminina popular nos EUA, *The Delineator*, também veio prestar socorro a Marie. Ela tentou com grande determinação entrevistar Marie até finalmente conseguiu-lo em meados de 1920. Acabaram tornando-se amigas para o resto da vida. Missy perguntou a Marie o que poderia fazer para ajudá-la. Missy fora informada que os EUA possuíam 50 gramas de rádio e que o Instituto do Rádio só possuía 1 único grama que, por essa razão, era destinado integralmente a aplicações médicas. Missy resolveu então criar o “*Marie Curie Radium Fund*”, uma campanha nacional para coletar 100 mil dólares (cerca de 1 milhão de euros hoje) entre as mulheres americanas para comprar 1 grama de rádio para o laboratório de Marie. Em 1921, Marie veio aos EUA receber das mãos do presidente americano W. Harding, em uma cerimônia na Casa Branca, o generoso presente oferecido pelas mulheres americanas. Nessa ocasião, Marie visitou diversas cidades americanas, recebendo doações que, em alguns casos, chegaram a 20 mil dólares, dinheiro levantado por médicos locais com o intuito de equipar o laboratório de Marie. Essas diversas doações são mais uma demonstração do apreço que os americanos tinham pela cientista e da sua fama internacional na época.

Em 1922, trabalhavam no laboratório Curie entre 15 e 20 pesquisadores, apenas 5 remunerados pela Universidade de Paris, 5 ou 6 com bolsas de estudo de Carnegie e os demais voluntários. No início dos anos 30, o laboratório tinha cerca de 40 pesquisadores sob o comando de Marie Curie.

Em 4 de julho de 1934, após ter sido exposta por vários anos a elementos radioativos, Marie morreu de leucemia num hospital da Haute-Savoie em Sancellemoz na França. Como o seu pai, que morreu pouco antes de conhecer a glória internacional da filha, Marie também faleceu um pouco antes de ter a satisfação de ver Irène e Frédéric Joliot-Curie receberem o Prêmio Nobel de Química em 1935.

O nome de Marie Curie foi dado a escolas, universidades, museus, ruas no mundo todo e mesmo a uma estação de metrô em Paris

do câncer, funcionando com equipes multidisciplinares de biólogos, químicos, físicos e médicos. Essa multidisciplinaridade do instituto é certamente fiel ao espírito dos Curie.

e a um reator nuclear na Polônia. Três outros minerais radioativos foram nomeados em homenagem a ela: curita, sklodowskita e cuprosklodowskita. A comunidade europeia tem hoje um programa de bolsas, *Marie Curie Actions fellowship*, para encorajar jovens cientistas a trabalhar em outro país que não o seu de nascimento. O asteroide Curie 7000 foi também assim nomeado em sua homenagem. Nada mais justo: Marie Curie foi uma grande cientista e, na sua trajetória de vida, todos nós encontramos elementos de inspiração.

Em 1995, o presidente da França, François Mitterand, decidiu transferir as cinzas do casal Curie para o Panthéon, templo dos grandes homens da história da França, em cerimônia com a participação do presidente da Polônia, Lech Walesa. No seu discurso, Mitterand exaltou a significância do momento: “Transferindo as cinzas de Pierre e Marie Curie para o santuário da nossa memória coletiva, a França realiza não apenas uma obra de reconhecimento... A cerimônia de hoje tem um brilho particular pois entra no Panthéon a primeira mulher de nossa história honrada pelos seus próprios méritos”⁹.

Referências

SKLODOWSKA-CURIE, M., *Rayons émis par les composés de l'Uranium et du Thorium*, Compt. Rend. Acad. Sci., **126**, 1101, 1898.

CURIE, P., SKLODOWSKA-CURIE, M., *Sur une substance nouvelle radioactive, contenue dans la Pechblende*, Compt. Rend. Acad. Sci., **127**, 175, 1898.

CURIE, P., SKLODOWSKA-CURIE, M., BÉMONT, G., *Sur une nouvelle substance fortement radioactive contenue dans la Pechblende*, Compt. Rend. Acad. Sci., **127**, 1215, 1898.

SKLODOWSKA-CURIE, M., DEBIERNE, A., *Sur le radium métallique*, Compt. Rend. Acad. Sci., **151**, 523, 1910.

CURIE, E., *Madame Curie*, Folio, Paris, 1981.

⁹ Veja o discurso completo em:

<http://fr.wikisource.org/wiki/Discours_du_transfert_des_cendres_de_Pierre_et_Marie_Curie_au_Panthéon>.

Emmy Noether, a cientista que o mundo não poderá esquecer, e a física-matemática

Aurino Ribeiro Filho¹

1 Introdução

Emmy era uma mulher gentil, de aparência séria e despojada, não muito alta, que não dava muita importância ao que vestia ou calçava, usava óculos, os cabelos, às vezes, não estavam arrumados, mantinha uma vida privada discreta, gostava de discutir matemática, intermitentemente, era dotada de generosidade e de franqueza em suas críticas, era brilhante, original e causava um enorme fascínio nos seus colegas e, principalmente, nos seus alunos e orientandos de ambos os sexos. Apesar de seus contemporâneos e comentadores terem tentado caracterizá-la assim para a posteridade, a sua carreira científica foi desenvolvida ultrapassando os cânones habituais de sua época. Ela desistiu de se tornar uma docente de línguas estrangeiras a fim de se tornar, a exemplo de seu progenitor, uma pesquisadora/professora de matemática, além de se interessar pelos problemas sociais, de seu tempo, não se esquecendo de sua condição de mulher judia, ao enfrentar, corajosamente, as barreiras que se apresentaram às suas convicções políticas e ideológicas (BREWER, 1981; DICK, 1981; TENT, 2008; NEUENSCHWANDER, 2011).

A mencionada cientista era uma mulher politizada e grande admiradora da ciência e do regime político existentes na antiga União Soviética (URSS). Ela conseguiu de maneira brilhante contribuir para a

¹ Instituto de Física da UFBA – PPGFIS e PPGEFHC
ribfilho@ufba.br
ribfilho@uol.com.br

implementação ou renovação da álgebra clássica, tornando-se um dos mais reconhecidos talentos matemáticos de todos os tempos, independentemente de gênero, de tal forma que o algebrista Irving Kaplansky a rotulou de “mãe da Álgebra Moderna”. Apesar de ser considerada, na atualidade, um monstro sagrado da ciência desenvolvida no século XX, com contribuições importantes à matemática e à física, estranhamente ela se tornou uma quase desconhecida entre a juventude estudantil e pesquisadores de nossa época. O seu nome é Amalie Emily (Emmy) Noether, mais conhecida por Emmy Noether. Conforme nos relembram alguns autores (KLEINER, 2007, p. 91), outro importante matemático, Saunders MacLane, afirmou que “a álgebra abstrata, como uma disciplina consciente, começa com o artigo de Noether, de 1921, *‘Idealtheorie in Ringbereichen’*” (Teoria geral dos ideais em anéis), enquanto para Hermann Weyl ela “mudou a face da álgebra com o seu trabalho”.

Para ratificar a importância e o reconhecimento de seu imenso trabalho como algebrista, um de seus colaboradores e alunos mais próximos, o holandês Bartel Leendert van der Waerden, dizia que a essência do credo matemático de Emmy Noether estava contida na seguinte máxima (KLEINER, 2007, p. 92):

“Todas as relações entre números, funções e operações tornam-se lúcidas, capazes de generalização, e verdadeiramente proveitosas, depois de serem retiradas de exemplos concretos e rastreadas a conexões conceituais”

Apesar de tais referências, Natalie Angier (2012), colunista do jornal *New York Times*, surpreendeu muitos dos admiradores de Emmy Noether, ao lembrar os 130 anos de seu nascimento, em artigo reeditado na seção História do jornal *O Globo*, de 7 de abril de 2012, sob o título “A matemática que o mundo esqueceu”. A citada jornalista chama a atenção para o trabalho da mencionada cientista e relembra que Albert Einstein a considerava “o mais significativo e criativo matemático do sexo feminino de todos os tempos”. Enfatiza que um dos mais importantes pilares da física moderna e contemporânea é o célebre teorema demonstrado em 1918 por Emmy Noether, que une dois conceitos: as

leis universais de conservação e as simetrias na natureza. Conforme discutiremos no presente trabalho, o impacto desta contribuição científica da mencionada autora para a física-matemática influenciou a física clássica e a física moderna – mecânica, teoria eletromagnética, teorias da relatividade, teorias de campos, física não linear ... –, dando suporte teórico às mais extraordinárias descobertas da física nos últimos dois séculos.

Não é uma tarefa simples sumariar o trabalho e a influência de Emmy Noether na física e, principalmente, na matemática, campo em que demonstrou 37 teoremas; porém não é de espantar o fato de não ser ela uma cientista popular na mídia contemporânea. Como já citado antes, o fato de ser mulher, de origem judaica, simpaticante da doutrina marxista e trabalhadora talentosa, em um ramo científico (matemática) que, àquela época, para muitos machistas e preconceituosos, era uma área “inadequada” para mulheres, fez com que ela viesse sofrer discriminações múltiplas e, paradoxalmente, receber defesa e reconhecimento de figuras célebres, a exemplo do matemático David Hilbert (1862-1943), ao qual ela muito auxiliou cientificamente, inclusive como uma espécie de assistente, já que, por algum tempo, não conseguira ter uma posição de docente, da qual era merecedora, na Universidade de Göttingen (Alemanha). Esse fato desconcertante fez com que o célebre Hilbert, ao constatar a sua impotência para influenciar, positivamente, para que Emmy Noether conseguisse a posição de docente universitária a qual pleiteara, de *Privatdozent*, emitisse uma asserção que se tornou famosa: “Não vejo em que o sexo da candidata possa ser um argumento contra sua admissão como *Privatdozent*. Afinal, nós somos uma universidade e não uma casa de banhos” (NASCIMENTO, 2012, p. 32).

Tentaremos destacar, um pouco, as suas contribuições à física-matemática e à matemática, a partir de um sumário de suas origens familiares, de sua formação acadêmica, bem como o impacto de suas ideias, apesar da mencionada constatação de Angier (2012) de um quase esquecimento de seu nome na atualidade. No clássico livro *Men of Mathematics*, o seu autor (BELL, 1937, p. 261) descreve a vida e as realizações de grandes matemáticos desde Zenon (495-435 a.C) a Poincaré (1854-1912). É interessante destacar que, mesmo não havendo

nessa publicação nenhum capítulo dedicado exclusivamente a matemático do sexo feminino, existe entretanto, no capítulo 22, intitulado “Master and Pupil”, dedicado a Weierstrass (1815-1897), um certo destaque ao trabalho de Sonja Kowalevsky (ou Sophie Korvin-Kroukowsky Kovalevskaja) (1850-1891). Além disso, no capítulo 14, sobre Gauss (1777-1855), intitulado “The Prince of Mathematicians”, são citadas duas matemáticas: Sophie Germain (1776-1831), que se correspondeu com o mencionado Gauss, e Emmy Noether (1882-1935), que é para o autor do citado livro “a mulher matemática líder de nossos tempos”. Apesar de não relatar as contribuições científicas desta matemática; no pé de página, o autor escreve: “Quando os nazistas expulsaram a senhora Noether da Alemanha, porque ela era uma judia, a Faculdade de Bryn Mewr, da Pensilvânia, contratou-a. Era a algebrista abstrata mais criativa do mundo”. Com esta citação Bell destacava, mais uma vez, Emmy Noether como mulher, judia e grande matemática.

2 Erlangen e a formação acadêmica

Emmy era a primogênita e única filha, entre os quatro filhos, do casal formado pelo destacado geômetra algébrico Max Noether, professor da Universidade de Erlangen, e por Ida Amália Kaufmann, que pertencia a uma rica família judia. Ela nasceu em 23 de março de 1882, em Erlangen, uma típica cidade universitária, fundada no ano de 1002, que pertence ao estado da Baviera, Alemanha. Ela abriga a conhecida Universidade de Erlangen-Nuremberg fundada em 1743, graças à transferência, para a mencionada cidade, da Universidade de Bayreuth, que passou a ser denominada Friedrich-Alexander-, Universität Erlangen - Nürnberg. Esta cidade é também reconhecida, mundialmente, e pelos matemáticos, graças ao célebre Programa de Erlangen, introduzido por Felix Christian Klein (1849-1925), que liderou por muitos anos a Faculdade de Matemática da mencionada universidade. Esse programa descrevia a geometria como “o estudo das propriedades das figuras que permanecem invariantes sob um particular grupo de transformações”. Portanto, como nos lembra Boyer (1996, p. 379), “toda classificação

de grupos de transformações torna-se uma codificação das geometrias [...]”.

Sendo filha de um notório pesquisador de matemática e irmã de dois futuros cientistas, Emmy Noether, conforme discutem alguns autores (COULSTON, 2007, p. 2048), de início, não se sentiu motivada a trabalhar na mesma profissão de seu pai e, por isso mesmo, ela se viu destinada a ser pianista e professora de línguas estrangeiras: Francês e Inglês. No período entre 1889 e 1897 ela estudou os citados idiomas, além de Alemão e noções de aritmética, frequentando a escola para moças Hörere Töchter Schule (Municipal School for Higher Education of Daughters). Naqueles anos ela ainda não tinha despertado para a sua real vocação, a de pesquisadora e matemática, pelo fato de viver numa sociedade em que se postulava ser tal disciplina algo estranho ao interesse das mulheres. Aos 18 anos, ela foi diplomada como professora das citadas línguas, a fim de lecionar em estabelecimentos destinados à educação e instrução de mulheres. Apesar disso, mesmo com aquele certificado, Emmy Noether desistiu daquela profissão e procurou inscrever-se, em 1900, na Universidade de Erlangen. Uma tarefa não muito fácil pois, conforme é tristemente lembrado, em 1898, vários membros do Conselho (senado) da citada universidade declaravam que a admissão de estudantes do sexo feminino destruiria a ordem acadêmica (KIMBERLING, 1981, p. 3). Somente a partir de 1900, as universidades germânicas começaram a dar, condicionalmente, às mulheres, o direito de inscrição. Isso significava que cada docente, individualmente, tinha a prerrogativa de recusar a presença de estudantes de sexo feminino em suas aulas. Assim a jovem Emmy Noether, naquele ano, era uma entre duas mulheres, num universo de quase mil estudantes a estudar na Universidade de Erlangen (KLEINER, 2007, p. 159). De 1900 a 1902, por precaução, ela frequentou as aulas de disciplinas de história e línguas modernas. Em 1903 foi aprovada no exame de matrícula de Nürnberg e entrou na Universidade de Göttingen. De 1903 a 1904, ela teve acesso aos trabalhos de Blumenthal, Klein, Minkowsky e Hilbert, dedicando-se à matemática, de tal maneira que, em 1904, pôde inscrever-se como estudante de matemática na Universidade de Erlangen e, graças à sua determinação, em 1907, ela concluiu o seu doutorado, com distinção

(*summa cum laude*), defendendo uma tese sobre a teoria de invariantes algébricos, orientada por Paul Albert Gordan (1837-1912).

Algo que chama a atenção na vida desta pesquisadora foi a sua exitosa escolha pela pesquisa em matemática, apesar de termos enfatizado, antes, que esta não tinha sido a sua escolha inicial. O que alguns autores indicam é que, Emmy Noether teve uma infância economicamente tranquila, pertencia a um ambiente familiar em que o prestígio de seu progenitor fazia com que o seu lar fosse um reduto de discussões em torno de tópicos de matemática. Parecia uma extensão do ambiente da Faculdade de Matemática, que contava com um prestigioso corpo de pesquisadores, entre os quais Felix Klein, o seu pai Max Noether, *senior* em geometria algébrica, Von Staudt e Paul Albert Gordan. Este último matemático, reconhecido como “rei dos invariantes”, era grande amigo de seu progenitor e o visitava frequentemente a fim de discutir matemática. O fato é que, talvez, por vivenciar essas conversações, a jovem Noether tenha redirecionado a sua história de vida e, em 1900, se iniciado nos estudos da matemática. Após receber o grau de doutora em matemática, pela Universidade de Erlangen, com a tese *Über die Bildung des Formensystems der ternären biquadratischen Form* (Sobre Sistemas Completos de Invariantes para Formas Biquadradas Ternárias), orientada por Gordan, Emmy Noether viria conhecer, em 1911, o trabalho do algebrista Ernst Fischer (1875-1959). Ele sucedeu o seu orientador, em 1910, após a aposentadoria do mesmo. O trabalho de Fischer teve uma grande influência sobre a jovem matemática, pois, mesmo trabalhando com a teoria da eliminação e a teoria dos invariantes, ele – diferentemente de Gordan, que sempre priorizou os aspectos algorítmicos – trabalhava com a abordagem axiomática de Hilbert.

A partir de então, Noether recebeu uma atenção especial do mundo dos matemáticos, por suas publicações, sendo eleita membro do Circolo Matematico de Palermo, em 1908. No ano seguinte foi convidada para ser membro da Deutsche Mathematiker-Vereinigung, e para participar da reunião anual da citada sociedade em Salzburg. Quatro anos mais tarde, em 1913, apresentou uma palestra em Viena, na Áustria (COSTA, 2006, p. 3).

3 Göttingen: Emmy e o encontro com Hilbert e Klein

Após aqueles anos de dedicação à pesquisa matemática, Emmy Noether que já era uma algebrista reconhecida, transferiu-se para Göttingen, em 1915, graças ao convite dos matemáticos David Hilbert e Felix Klein. Eles estavam pesquisando os aspectos matemáticos da Teoria da Relatividade Geral ou Teoria da Gravitação de Einstein, a qual veio a lume em 1915. Uma das mais marcantes contribuições para a física-matemática, introduzida pela mencionada algebrista, foi a demonstração do famoso Teorema de Noether, o qual foi descrito pelo físico Peter G. Bergman como “uma pedra angular do trabalho em relatividade geral bem como em certos aspectos da física de partículas elementares”.

Com o fito de galgar uma posição acadêmica na Universidade de Göttingen, Emmy Noether, em 1919, candidatou-se e foi aprovada no exame de habilitação, após enfrentar muitas objeções por parte de membros da faculdade que se opunham à possibilidade de mulheres ministrarem aulas. Os argumentos que apresentavam eram patéticos e não escondiam o preconceito contra as mulheres quanto à capacidade de se tornarem docentes. Um deles permaneceu como exemplo daquela violência e desrespeito às mulheres, em particular à genial algebrista: “o que nossos militares pensarão, quando retornarem à universidade e verificarem que têm de aprender aos pés de uma mulher?”. Conta-se que David Hilbert ficara bastante irritado e proferiu aquela asserção que se tornou famosa em defesa de Emmy Noether, arguindo, em síntese, que não estavam em nenhum estabelecimento de banhos e sim numa universidade. Em 1922, ela tornou-se professora, em caráter extraordinário, posição que manteve até 1933. O que ficou marcado, em sua história de vida, foi a constatação de que, apesar de todo o sucesso acadêmico e do reconhecimento de ser ela uma grande matemática, não conseguiu atingir cargos importantes na mencionada universidade, a não ser o de *nichtbeamteteter ausserordentlicher Professor* (professora extraordinária não oficializada), em 1922, o qual não lhe permitia receber salário, e, mais tarde, o de *Lehrauftrag* (incumbência de ensino) em álgebra, que lhe permitiu receber um pequeno salário. Portanto, Noether

lecionou em Göttingen no período de 1922 a 1933, com breves interrupções quando foi professora visitante na Universidade de Moscou (URSS) (1928-1929) e em Frankfurt, no verão de 1930 (COULSTON, 2007, p. 2.049).

Retornando ao novo ambiente de trabalho da jovem algebrista e aos novos colaboradores que ela encontrou na Universidade de Göttingen, pode-se afirmar que um dos mais destacados era David Hilbert (1862-1943), originário da cidade de Königsberg, na antiga Prússia Oriental. Apesar de ter estudado durante um semestre, na Universidade de Heidelberg, sob a influência de Lázaro Fuchs (1883-1902), ele retornou à sua cidade de origem para ingressar na Universidade de Königsberg, na qual se destacava o matemático Heinrich Weber (1842-1913), que antes tinha sido incentivado, por Julius Wilhelm Richard Dedekind (1831-1916), a se dedicar ao estudo dos conceitos abstratos da álgebra e da teoria dos números. De acordo com alguns autores (BOYER, 1996, p. 421), Weber afastou-se de Königsberg, em 1883, e em seu lugar veio C. L. F. Lindermann (1852-1939), de quem o jovem Hilbert recebeu a sugestão de estudar a teoria dos invariantes, como tema de sua tese de doutoramento. Além do citado pesquisador, os matemáticos Adolf Hurwitz (1859-1919) e Hermann Minkowski (1864-1909) também incentivaram Hilbert a estudar a teoria dos invariantes, tópico este que o absorveria por um longo período e que, em 1888, o faria apresentar o seu “Teorema de base”, que foi denominado de Teorema I, no artigo “Sobre a Teoria das Formas Algébricas”, publicado no jornal *Mathematische Annalen*, em 1890. No mencionado trabalho, Hilbert definiu a forma algébrica como “uma função racional inteira homogênea em certas variáveis, cujos coeficientes são números de um certo domínio de racionalidade”. O citado teorema apresenta no seu enunciado que “para toda sequência infinita $S = G_1, G_2, G_3, \dots$ de formas em que n variáveis $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, existe um número m tal que toda forma dessa sequência pode ser expressa como $G = B_1G_1 + B_2G_2 + B_3G_3 + \dots + B_mG_m$, em que os B_i são formas nas mesmas n variáveis” (BOYER, 1996, p. 422).

Hilbert, posteriormente, aplicaria o citado resultado à prova de existência de um sistema finito completo de invariantes, para sistemas de formas em um número qualquer de variáveis. Em 1883, ele publicou

o célebre artigo “Sobre um Sistema Completo de Invariantes”, em que apresentou uma nova metodologia para o estudo de problemas envolvendo a teoria dos invariantes. Nesta sua contribuição original, ele tratava a mencionada teoria dos invariantes algébricos como parte da teoria geral dos corpos de funções algébricas.

Além de Hilbert, como já foi mencionado, uma figura importante no estudo dos invariantes foi Gordan, orientador da tese doutoral de Emmy Noether. Ele demonstrou “a existência de um conjunto completo finito para formas binárias, mostrando que toda forma binária apresenta um sistema completo finito de invariantes e covariantes e que todo sistema finito de formas binárias possui um tal sistema”. Conforme enfatiza Boyer (1996, p. 422), a demonstração apresentada por Gordan, apesar de trabalhosa, mostrava como podia ser calculado o sistema completo. O estudo da teoria dos invariantes ocupou outros importantes matemáticos, entre os quais se destacam Cayley (1821-1895), Sylvester (1814-1897), S. H. Arnold (1819-1884) e F. Martens (1840-1927).

A presença de físicos e, principalmente, de matemáticos, em Göttingen, no início do século XX, era fervilhante e inspiradora. A cidade contava com presenças ilustres da história da física-matemática, o que a tornava uma espécie de centro mundial da matemática naquele período. Boyer (1996, p. 428) chama a atenção para o fato de que Hilbert, nos anos 1920, se interessou pelo estudo da teoria da relatividade geral de Einstein, conforme já citado anteriormente, o que despertou, também, o interesse de Klein. O mencionado autor observa que “a contribuição matemática mais duradora provinda deste esforço veio da algebrista que recentemente se tinha dedicado a estudos sobre invariantes diferenciais”. O mencionado autor refere-se a Emmy Noether, que, convidada por Hilbert e Klein para auxiliá-los nos aspectos algébricos da teoria da relatividade geral, deixou a sua marcante contribuição ao estudo da teoria de Einstein.

Pois bem, aquela ambiência que tanto contagiou e influenciou o grande trabalho da algebrista Noether é caracterizada por muitos autores como uma espécie de Meca da matemática. Ali, durante a época da República de Weimar, foi mantido o papel diretor que desempenhava

desde a chegada de Klein, em 1886. Distintos autores (STRUICK, 1989, p. 319; EVES, 1995, p. 607) indicam que Hilbert era uma grande liderança, considerado o grande senhor das matemáticas. A Faculdade de Matemática era muito prestigiada, com presenças ilustres tais como Edmund Landau (1877-1938), que se dedicava à teoria dos números; Hermann Minkowski (1864-1909), nascido na Rússia, ele foi o criador da teoria geométrica dos números e lecionou na referida faculdade a partir de 1902; Wilhelm Ackermann (1896-1962), que trabalhou junto com Hilbert em lógica matemática; Constantin Carathéodory (1873-1950), nascido na Grécia e reconhecido pelo seu trabalho no campo da teoria das funções; George Herglotz, que era especialista em várias áreas da análise matemática; Richard Courant, sucessor de Klein, o qual aplicou as ideias desse matemático e as de Hilbert aos problemas de fronteira, utilizando o princípio de Dirichlet; Ernst Zermelo (1871-1953), autor do famoso postulado de Zermelo; Carl Runge (1856-1927), que introduziu o método Runge-Kutta na teoria das equações diferenciais; Richard Dedekind (1831-1916), lembrado pelos “cortes de Dedekind” e trabalhos em teoria dos números; Max Dehn (1870-1952), reconhecido por ter sido o primeiro matemático a solucionar um dos 23 problemas propostos por Hilbert no Congresso de Matemática, em Paris; e Hermann Weyl (1885-1955), que veio de Zurique, como o sucessor de Hilbert, que foi o seu orientador de doutoramento. Weyl era conhecido pela sua abrangência matemática e dedicava-se, especialmente, aos estudos sobre os fundamentos e a filosofia da matemática. Quanto a Paul Bernays, como colaborador de Hilbert ele tentou reconstruir os fundamentos da matemática. No setor da Física pontificava Max Born, introdutor da interpretação probabilística da mecânica quântica não relativística, que tinha como colaboradores dois futuros gigantes da física teórica: Werner Heisenberg, conhecido pela introdução do princípio da incerteza e pela formalização da mecânica das matrizes na física dos quanta, e Wolfgang Pauli, que introduziu o princípio da exclusão na mesma física quântica. Ao lado de tão ilustres figuras, estava a célebre algebrista Emmy Noether que, apesar de sofrer preconceitos e dificuldades, liderava um produtivo grupo de jovens matemáticos e físico-matemáticos e era reconhecida como pioneira da nova álgebra.

4 Emmy e o renascimento da álgebra

A chegada de Emmy Noether à Universidade de Göttingen provocou uma mudança no panorama da álgebra, visto que ela passou a liderar uma elite de matemáticos e físico-matemáticos. Incentivada por essa ambiência intelectual, de maneira surpreendente, apresentou picos de produtividade, mesmo ao atingir uma idade em que tal criatividade na matemática, em geral, não é comumente observada. Naquele ambiente universitário ela era, inquestionavelmente, uma liderança da nova álgebra e trabalhava individualmente ou com os seus colaboradores e orientandos.

Struik (1989, p. 317) esclarece que, no início do século passado, a álgebra foi modificada no seu caráter ancestral. Nesse período, esta área da matemática não se limitava ao estudo da “teoria das equações algébricas e da teoria associada de invariantes e covariantes”. Ela expandiu-se e tornou-se uma doutrina abstrata em que novas estruturas, a exemplo de ideais, anéis, corpos e tópicos afins, se tornaram fundamentais para o pensamento matemático. Segundo o mencionado autor, a nova álgebra tem uma de suas origens na elaboração da teoria dos grupos, a partir da teoria de Galois (1811-1832) das equações algébricas e conduzia “a uma teoria abstrata autônoma, especialmente a teoria dos grupos finitos”.

Em 1903, L. E. Dickson (1874-1954) apresentou uma definição axiomática de uma álgebra linear associativa sobre um corpo abstrato, o que faria com que este autor e outros, a exemplo de J. H. M. Wedderburn (1882-1948) publicassem um conjunto de artigos sobre os vários aspectos de sistemas hipercomplexos e álgebras finitas (BOYER, 1996, p. 433).

Na trilha desta nova álgebra, Ernst Steinitz (1871-1928), no período 1909-1910, concluiu a sua “teoria algébrica dos corpos”, a qual, segundo Boyer (1996), tinha a influência de Kurt Hensel na elaboração do trabalho sobre corpos p -ádicos. Steinitz seria influenciado pelo trabalho desenvolvido por Emmy Noether que, a partir de 1915, conforme já citado, conseguiria lecionar, de maneira precária, na Universidade de Göttingen, em lugar (e em nome) de Hilbert, em vista da mencionada

onda de preconceitos que teve de enfrentar pelos aspectos já citados e também, principalmente, pelas suas posições ideológicas. O fato é que ela, em 1921, era uma líder matemática e, em conjunto com alguns de seus alunos e orientandos, já havia elaborado uma teoria geral de anéis comutativos e uma teoria sobre os ideais, com inspiração no trabalho desenvolvido por Dedekind; estudos sobre módulos, sobre anéis e outros problemas fundamentais de álgebras não comutativas, numa apresentação fortemente axiomatizada. Alguns de seus alunos tornaram-se célebres, a exemplo do holandês Van der Waerden, que escreveu o conhecido livro *Moderne Algebra*, de 1930, o qual foi inspirado nas aulas de Emmy Noether e de outros seus alunos: Emi Artin e Richard Brauer (STRUİK, 1989, p. 319).

A influência dos trabalhos desenvolvidos pela mencionada algebrista fez-se notar em distintos autores. Wolfgang Krull publicou um conjunto de artigos sobre a teoria algébrica de anéis, nos quais estão explicitadas algumas analogias com o trabalho sobre a “teoria dos corpos” de Steinitz. É interessante lembrar (BOYER, 1996, p. 434) que o grupo de pesquisadores orientado por Emmy Noether, além de suas marcantes contribuições à teoria de anéis, também apresentou resultados seminais ao estudo de “representações de grupos finitos do ponto de vista da teoria dos ideais”. Graças aos trabalhos desta algebrista, os matemáticos Hopf e Aleksandrov adicionaram aos seus trabalhos sobre topologia aquelas noções elaboradas por ela sobre as citadas estruturas algébricas. O referido matemático russo Aleksandrov enfatizou que a obra matemática de Emmy Noether deixou sua marca em distintos trabalhos desenvolvidos por outros matemáticos: na “teoria dos grupos contínuos”, de Pontryagin; na “topologia combinatorial de espaços bicompatos localmente”, de Kolmogorov; na “teoria de *mappings* contínuos”, de Hopf; sobre a “geometria algébrica” de Waerden; bem como no livro *Teoria dos grupos e mecânica quântica*, de Hermann Weyl, entre outros (DICK, 1980; p. 158).

Enfim, a escola algébrica de Göttingen proporcionou inspiradores momentos à renomada algebrista, consagrada como pioneira, e que contribuiu com as suas pesquisas e conhecimentos sobre a teoria dos grupos para o estabelecimento matemático da teoria da gravitação de

Einstein, na sua cooperação com Hilbert e Klein. Apesar de carismática e inspiradora de novos problemas e desafios para os seus orientandos, entretanto, para alguns comentadores (EVES, 1995, p. 621), a célebre pesquisadora não era considerada uma professora de grandes recursos pedagógicos. Apesar disso, ela deixou um grande legado para os seus alunos e futuros matemáticos.

5 Emmy e o famoso teorema

Entre as suas inúmeras contribuições à física-matemática, o teorema que liga as leis de conservação com as simetrias, na natureza, tem sido de grande relevância para o esclarecimento de vários aspectos e fenômenos discutidos na física teórica. Em vista de seu impacto, este teorema foi denominado de “Teorema de Noether”, em homenagem à sua autora, que o enunciou em 1915 e o publicou em 1918 (NOETHER, 1918, p. 235).

Trabalhando na Universidade de Göttingen, a citada algebrista enunciou o mencionado teorema que associa cada simetria na natureza a uma lei de conservação, a exemplo da translação espacial que é interligada com a conservação do momentum, ou quantidade de movimento. O mesmo pode ocorrer com referência à invariância (ou simetria) de leis físicas em relação ao tempo que resulta na conservação da energia. Muitas dessas relações entre leis de conservação e simetrias são simples, a exemplo do caso entre rotação e lei de conservação do *momentum angular*, entretanto há outras mais complexas, a exemplo da simetria de calibre (ou *gauge*) na teoria eletromagnética. Na eletrodinâmica quântica desenvolvida por Schwinger, Feynman e Tomonaga, a simetria de *gauge* desempenha papel central para a definição de distintas propriedades da força eletromagnética, incluindo aquelas ligadas ao conceito de fóton, que é o seu transportador. Este mesmo argumento de invariância ajuda na conceituação de outras forças que atuam dentro do núcleo atômico e de seus componentes, ou seja, a simetria de calibre está implícita às forças nucleares “fraca” e “forte”. A versão quântica do mencionado teorema é identificada na identidade de Ward-Takahashi.

Para indicar os caminhos que levaram Emmy Noether ao mencionado teorema, citemos o cálculo das variações cujos fundamentos foram lançados, em 1696, por Johann Bernoulli, ao estudar o problema da Braquistócrona, na *Acta Eruditorum Lipsiae* (COSTA, 2006, p. 1). Este mesmo problema já havia sido discutido, em 1686, por Sir Isaac Newton. Foi Leonhard Euler quem escreveu o primeiro livro sobre o tema: *Methodus inveniendi: líneas curvas maximi minimive proprietate gaudentes*, publicado em 1711. Lagrange, em 1755, desenvolveu um método que lhe permitiu obter a conhecida equação de Euler-Lagrange, a qual surge do cálculo das variações ao utilizar alguns aspectos da análise matemática. Outros matemáticos, a exemplo de Legendre, Jacobi, Weierstrass, Hilbert e Carathéodory, apresentaram estudos importantes sobre o tema, bem como a sua aplicação em distintas áreas do conhecimento: economia, mecânica, engenharias, astrofísica, ciências dos materiais e outras. Foi a partir da aplicação do citado cálculo à física que Emmy Noether enunciou o célebre teorema que leva o seu nome. Em síntese, toda e qualquer simetria (externa, interna ou de calibre) associada a uma grandeza conservada pode ser verificada por este teorema, que se tornou um instrumento fundamental na busca de simetrias (invariâncias) na natureza. Ele tornou-se relevante, com o auxílio da teoria dos invariantes, para a fundamentação da teoria da relatividade generalizada, de Albert Einstein, pois permitiu a este cientista inferir novos aspectos físicos na mencionada teoria.

Mills (1989, p. 493) discutiu o impacto do Teorema de Noether na teoria quântica, relembrando que na física existe um conjunto significativo de leis de conservação envolvendo energia, *momentum linear*, *momentum angular*, carga elétrica e outras que têm emergido em anos recentes, e que o citado teorema mostra, efetivamente, como estas leis estão relacionadas com a estrutura – a simetria, de fato, das leis físicas. A hipótese mais importante para a sua demonstração é que as equações de movimento da física clássica partem de um princípio variacional, conhecido como o princípio de Hamilton. Segundo este princípio, para o estabelecimento de sua verdadeira história (trajetória) como uma função do tempo, a integral temporal da Lagrangeana é estacionária com relação a pequenas mudanças da mencionada trajetória longe de sua verdadeira

forma. O citado princípio foi descoberto, de início, em conexão com sistemas mecânicos, em que a função Lagrangeana é definida pela diferença entre as energias cinética e potencial. Entretanto, tal princípio foi estendido para incluir forças que dependem da velocidade de certos tipos, a exemplo da força magnética sobre uma partícula em movimento. Em sistemas não mecânicos, tais como o campo eletromagnético, é possível descrevê-los, pois as equações de movimento deste campo podem ser também derivadas do mencionado princípio, apesar de a Lagrangeana diferir, substancialmente, daquela dos sistemas mecânicos. De qualquer maneira, o Teorema de Noether sempre estará subjacente.

Quando se faz a transição para a teoria quântica, o citado teorema permanece verdadeiro. Para Mills (1989, p. 494) este teorema é algo fundamental, ou seja, na sua concepção, “as teorias físicas que ideamos para descrever o universo em torno de nós têm aquelas estruturas por causa desta relação fundamental entre simetrias e leis de conservação”. Se tal conjectura fosse verdadeira, para o citado autor, o teorema enunciado por Noether tornar-se-ia um princípio e, por conseguinte, poder-se-ia inferir que “as leis físicas na mecânica clássica têm a forma lagrangeana e na teoria quântica têm a forma hamiltoniana característica, como uma consequência do *princípio* de Noether”.

6 Emmy e os últimos anos

Infelizmente, em 1933, com o advento do poder nazista, na Alemanha, capitaneado por Adolf Hitler, Emmy Noether perdeu o seu cargo de *Lehrauftrag* em álgebra e teve os seus arquivos matemáticos destruídos pelos nazistas, em vista de sua origem judaica. Ela, a exemplo de outros judeus, foi vítima dos expurgos nos órgãos governamentais e foi proibida de trabalhar na universidade. Restou-lhe o caminho do exílio, aceitando uma posição de docente na Bryn Mawr College, na pequena cidade de mesmo nome, na Pensilvânia, nos Estados Unidos da América. Graças aos seus méritos, tornou-se membro do Instituto de Estudos Avançados de Princeton (STRUİK, 1989, p. 317; GARBI, 2011, p. 428). Ela lecionou e orientou pesquisas até a sua morte prematura, em 14 de abril de 1935, após submeter-se a uma cirurgia, tornando-se

uma legenda na matemática, reverenciada por Einstein, Aleksandrov, Hermann Weyl, Norbert Wiener, Jean Diaudonné e outros como a mais importante mulher na história da matemática, que influenciou fortemente no seu desenvolvimento, com as teorias dos ideais, anéis, corpos, álgebras, e na física com pesquisas que culminaram com a sua explicação da conexão fundamental entre leis de conservação e simetrias. Além das mencionadas contribuições, as ideias de Noether foram importantes para o avanço da topologia no século XX.

Dick (1981, p. 153) relembra que a comunidade de físicos e matemáticos, ainda consternada com a sua morte, lhe prestou uma homenagem, em 5 de setembro de 1935, durante um encontro organizado pela Sociedade de Matemática de Moscou (URSS). Nesse evento esteve presente o seu irmão, e também matemático, Fritz Noether, que, àquela época, trabalhava no Instituto de Matemática da Tomsk University. Estavam também presentes vários membros da citada sociedade e matemáticos, de distintos países, que participavam da Primeira Conferência Internacional sobre Topologia, que teve lugar em Moscou no mesmo período. O presidente do citado evento foi o matemático P. S. Aleksandrov, que, após um instante de silêncio em memória de Emmy Noether, apresentou a sua saudação póstuma intitulada “In Memory of Emmy Noether”, publicada no *Proceedings of the Moscow Mathematical Society*, 1936, 2. Neste trabalho ele fez uma retrospectiva da relevante contribuição da referida e saudosa algebrista. Escutando-o estavam grandes nomes da física-matemática como Johann Von Neumann (Princeton), A. Weyl (Universidade de Paris), Lefschetz (Princeton) e A. G. Kuroch (Universidade de Moscow), os quais apresentaram resultados de pesquisas conectados com trabalhos e ideias de Noether. Ao final do citado encontro, Lefschetz, em discurso, ressaltou a importância das ideias da mencionada cientista para o desenvolvimento da topologia moderna. Aleksandrov, em síntese, considerou a morte de Emmy Noether não somente uma grande perda para a ciência mas, também, uma verdadeira tragédia, pelo fato de ela ter sido a mais importante mulher-matemática, que morreu num momento de vida em que desfrutava de um enorme poder criativo. Ele lamentou o fato de ela ter sido forçada a se afastar de sua família, espalhada em distintos países, em decorrência da mesma barbárie política que a fez emigrar de sua Alemanha natal.

Como reconhecimento à contribuição noetheriana à matemática e à física-matemática, Eves (1995, p. 622) a coloca no pedestal das grandes figuras femininas que deixaram uma marca indelével para o pensamento matemático. Para o mencionado autor:

“As sete filhas míticas de Atlas foram colocadas num relicário, ao norte do céu, na forma de estrelas principais do aglomerado das Plêiades. Qual uma espécie de imitação no firmamento da ciência, as matemáticas Hipácia (370 a.C - 415 d.C), Maria Gaetana Agnesi (1718-1799), Sophie Germain (1776-1831), Mary Fairfax Somerville (1780-1872), Sonja Kovalewsky (1850-1881), Grace Chisholm Young (1868-1944) e Amalie Emmy NOETHER (1882-1935) se tornaram conhecidas como as Plêiades Matemáticas. Essas mulheres não só foram matemáticas competentes, como inspiraram e capacitaram outras mulheres a entrar para a matemática. Quebraram-se barreiras do sexo existentes no século XIX e começo do século XX, no campo da matemática, e as universidades, por fim abriram para a aceitação das mulheres em suas faculdades e para seu reconhecimento acadêmico”.

Referências

ANGIER, N. A matemática que o mundo esqueceu: memória de Emily Noether é resgatada 130 anos após seu nascimento. Tradução de artigo do New York Times. *Jornal O Globo*, Rio de Janeiro, 7 abr. 2012. Seção História, p. 26.

BELL, E. T. *Men of Mathematics: The lives and Achievements of the Great Mathematicians from Zeno to Poincaré*. New York: Simon and Schuster, 1937.

BOYER, C. B. *História da matemática*. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

BREWER, J. W.; SMITH M. K. (Ed.). *Emmy Noether: A Tribute to Her Life and Work*. New York: Marcel Dekker, 1981.

COSTA, J. F. da. *Teorema de Noether do cálculo das variações e do controlo ótimo na economia*. Dissertação (Mestrado em Economia) – Dept. de Matemática, Universidade de Aveiro, Portugal, 2006.

COULSTON, G. C. (Org.). *Dicionário de biografias científicas/ Dictionary of scientific biography*. American council of learned societies. Volume III; (Ed.) César Benjamin Rio de Janeiro: Contraponto Editora Ltda., 2007.

CURTIS, C. W. *Pioneers of Representation Theory: Frobenius, Burnside, Schur and Brauer*. London: American Mathematical Society and London Mathematical Society, 1999.

DICK, A. *Emmy Noether: 1882 – 1935*. Boston: Birkhauser, 1981.

EVES, H. *Introdução à história da matemática*. Campinas, SP: Unicamp, 1995.

GARBI, G. G. *A rainha das ciências: um passeio histórico pelo maravilhoso mundo da matemática*. 5. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

JAMES, I. *Remarkable Mathematicians: from Euler to Von Neumann*. Cambridge, UK: The Mathematical Association of America/ Cambridge Univ. Press, 2003.

KLEINER, I. *A History of Abstract Algebra*. Boston, Basel, Berlin: Birkhäuser, 2007.

KIMBERLING, C. H. Emmy Noether and her influence. In: BREWER, J. W.; SMITH, M. K. *Emmy Noether: A tribute to her life and work*. New York: Marcel Dekker, 1981. p. 3-61.

MILLS, R. Gauge Fields. *American Journal of Physics*, Maryland, v. 57, n. 6, p. 493-507, June 1989.

NOETHER, E. Invariance Variationsproblem, Nachr. D. Kronig. Gesellsch. Akad. D. Wissensch, zu Göttingen, Math-Phys. Klasse II, S.235-257, 1918.

NASCIMENTO, J. B. *Algumas mulheres na história da matemática: a questão de gênero em ciência e tecnologia. Emmy Noether a matemática que nos legou anéis brilhantes*. In: UFPA/ ICEN/ Matemática. Belém, maio 2012. p. 32.

NEUENSCHWANDER, D. E. *Emmy Noether's Wonderful Theorem*. Baltimore: The Johns Hopkins Univ. Press, 2011.

STRUIK, D. J. *História concisa das matemáticas*. Lisboa, Portugal: Gradiva, 1989.

TENT, M. B. W. *Emmy Noether: The Mother of Modern Algebra*. Wellesley, Massachusetts: AK Peters Ltd. (MA), 2008.

VAN DER WAERDEN, B. L. *A History of Algebra from al-Khwarizmi to Emmy Noether*. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer Verlag, 1995.

Lise Meitner

Alfredo Marques

1 Viena

Nada melhor que a inscrição na lápide de seu túmulo na Igreja de St. James, povoado de Bramley, Inglaterra, para sintetizar a vida de Lise Meitner. Atribuída a Otto Robert Frisch, sobrinho e coautor do trabalho sobre a teoria da fissão nuclear que lhe deu maior fama, declara simplesmente: “Lise Meitner física que nunca abandonou sua humanidade”.



Viena no início do século XX

Um de seus característicos humanos mais marcantes foi o apego à naturalidade Vienense. Desde que deixou a cidade em 1907, deu-se

ao trabalho de renovar anualmente sua naturalidade, pagando taxas e emolumentos, enfrentando estafante burocracia. Mais tarde, quando escapou da Alemanha nazista e foi recebida na Suécia, chegou mesmo a suspender a adoção da cidadania oferecida por aquele país enquanto não ficou garantido que poderia levar consigo a naturalidade vienense. Assim, algo de sua cidade natal a acompanhou ao longo da vida.

Lise nasceu em Viena, aos 7 de novembro de 1878. Seus ancestrais eram judeus oriundos da Morávia, parte do Império Austro-Húngaro, hoje República Tcheca. Durante o Império o alemão era o idioma oficial, dominante na realeza. A Viena imperial ficou conhecida pela alegria, pelo bom vinho, pela música. Os grandes mestres da música clássica, se bem que nem todos nascidos em Viena, Haydn, Mozart, Beethoven, Schubert, a adotaram para viver e ali morreram. O gosto pela música é parte da identidade cultural dos vienenses. Em meados do século XIX, capital do Império Austro-Húngaro, Viena era um centro de grande afluência, recebendo imigrantes de diferentes partes do Império. Confinada por muralhas medievais, a nobreza ocupava área especial em Viena, marcada por belos prédios públicos e suntuosas mansões, saboreava o vinho produzido na zona rural, curti a música e os prazeres mundanos. A massa de imigrantes se acotovelava em casebres da periferia, invadindo espaços sem nenhum recurso de urbanismo ou facilidade sanitária. Surtos de cólera e elevada taxa de suicídios faziam parte da tragédia da sobrevivência. Dissolvido o Império Austro-Húngaro em 1848, o cáiser tomou iniciativas progressistas em favor de diferentes grupos sociais. No caso dos judeus e outras minorias, permitiu que residissem em bairros no perímetro urbanizado da cidade e que tivessem acesso à carreira militar, ao funcionalismo público, à advocacia. O pai de Lise, Phillip Meitner, foi um dos primeiros judeus a exercer a advocacia em Viena, ocupação que lhe trouxe excelentes rendimentos e vida relativamente abastada. Além destas medidas de cunho social, o cáiser cuidou de organizar os recantos desordenados e insalubres de Viena, substituindo as muralhas medievais por uma estrada em forma de anel, fornecendo água potável, arruamento, remoção de lixo e outras medidas sanitárias. Viena tornou-se uma metrópole moderna no final do século, atraente para pensadores e intelectuais.

Sigmund Freud é sempre lembrado como símbolo da intelectualidade vienense. Os grandes contingentes de imigrantes puderam então imitar a seu modo, mais tranquilamente, a alegria e amor à vida mundana dos aristocratas. A convivência do idioma oficial com incontáveis dialetos deu origem a falares corrompidos que as pessoas aceitavam e incorporavam a seus hábitos sem maiores problemas. O nome Lise prevaleceu na prática sobre o original Elise. Outra imprecisão que se juntou ao charme vienense, no caso de Lise, aparece em sua data de nascimento, 17 de novembro de 1878 segundo o registro do círculo judaico, 7 de novembro de 1878 segundo Lise, aparecendo em todos os seus documentos.



Catedral de Santo Estevão

O casal Meitner teve oito filhos, Lise sendo a terceira de cinco mulheres, duas mais velhas que ela. Educaram os filhos para formar ideias próprias e defendê-las sem extravagância, mas com energia. Embora distante de cargos eletivos, Phillip Meitner foi muito ativo politicamente nas reformas urbanas por que passava Viena. Recebia em casa lideranças progressistas de variadas tendências, emprestando aos encontros uma atmosfera cultural que contaminava as crianças atentas aos debates. Sempre que se referiu aos pais, Lise mencionou o amparo e

amor que recebera deles ao lado do ambiente cultural em que ela e seus irmãos foram criados.

Desde cedo Lise revelou inclinações para a ciência. Dormia com um livro de matemática sob o travesseiro e gostava de demonstrar sua habilidade com números sempre que uma oportunidade se apresentasse.

2 Acesso à Universidade, Doutorado e Primeiros Trabalhos Científicos

Com o olhar voltado para as grandes inovações do final do século XIX, o telefone, a luz elétrica, o dínamo, etc., o cáiser Francisco José estendeu a todos os rapazes o direito de frequentar cursos de nível médio – o *Gymnasium* –, direito antes restrito aos filhos da nobreza. Finalizado o *Gymnasium*, teriam acesso à universidade desde que aprovados em uma espécie de exame vestibular amplo e rigoroso denominado *Matura*. Com a medida, Francisco José pretendia facilitar o acesso às funções de engenheiros e técnicos que o desenvolvimento demandava.



Lise na universidade

A despeito de suas inclinações intelectuais, Lise, aos 14 anos, como qualquer jovem mulher de seu tempo, não teria maiores oportunidades de estudos. Teria aprendido aritmética para dar conta de operações comerciais de uso doméstico, uma tintura de história, biologia e ciências, trabalhos manuais femininos e educação física. O cáiser não estendeu às mulheres os direitos de acesso concedidos aos rapazes. Mulheres não eram admitidas por lei na universidade. O acesso de jovens mulheres a estudos mais avançados no *Gymnasium* seria um gasto inútil já que, proibidas por lei de ingressar na universidade, não teriam como dar consequência aos estudos. A única alternativa para atuação de mulheres no mercado de trabalho era o ensino particular dentro de algumas especializações.

O acesso à universidade foi uma longa batalha que as jovens da época enfrentaram. É muito difícil para alguém nos dias de hoje realizar o quanto havia de discriminação nas práticas da época, estreitos e subalternos os caminhos para enfrentá-las. A luta começava em casa, onde muitas vezes os próprios pais entendiam que às mulheres cabia não mais que se empenhar por um bom casamento. Para as que superavam o entrave doméstico, o caminho consistia em pleitear junto a algum professor universitário a condição de aluna ouvinte, sem direito a créditos ou qualquer documento. Algumas logravam êxito. Na família de Lise, a luta começou com sua irmã mais velha, Gisela, que sonhava em ser médica. Pleiteou e obteve a condição de aluna ouvinte junto a um professor da escola de medicina. Auguste, a segunda das irmãs mais velhas, foi uma jovem prodígio. Adolescente, tocava piano magistralmente e fez uma carreira de compositora e concertista mais ou menos rápida. Porém também precisou trilhar os caminhos difíceis da emancipação nos primeiros anos. Lise seguiu as irmãs, mas não de imediato. Antes atendeu ao conselho de seu pai de que fizesse o curso de especialização para o exercício do magistério particular – única porta aberta ao trabalho remunerado para uma mulher na Viena de fins do século XIX. Lise escolheu o idioma francês como especialização.

Obter a condição de aluna ouvinte junto a algum professor da universidade serviu certamente para quebrar o gelo em torno das aspirações de muitas mulheres. Agora poderiam transitar pelos espaços antes

ocupados apenas por homens, suas vozes ouvidas aqui e ali, mas isto não as deixava muito adiante da posição subalterna que continuavam ocupando. Passo significativo veio pelas mãos do cáiser, de olho nas inovações tecnológicas do Novo Mundo. Primeiro, notou que naquelas terras as mulheres eram admitidas nas universidades sem desencadear nenhuma crise. Segundo, o Império tinha necessidade de mais professores para atuar no *Gymnasium* e assim ampliar e melhorar as perspectivas de formação de futuros engenheiros e técnicos para acompanhar o surto daquelas inovações. Por que não mulheres? Decidiu, assim, franquear acesso à universidade, nas áreas de ciências e filosofia apenas, às mulheres que lograssem aprovação no Matura, tivessem ou não completado o *Gymnasium*. Lise pediu aos pais que lhe financiassem um curso preparatório. Normalmente o curso tomaria pelo menos quatro anos, mas Lise candidatou-se ao Matura ao cabo de apenas dois. Anos de intensos estudos e muito pouco sono. Dentre quatorze candidatas que se apresentaram ao exame, apenas duas lograram aprovação, Lise uma delas. Assim, em 1901, aos 23 anos, graças a excepcional disciplina e capacidade de aprendizagem, Lise ingressou na Universidade de Viena.

A Universidade de Viena não tinha *campus*. Ocupava edifícios adaptados de antigas moradias e compartilhava os espaços urbanos com restaurantes, bares e outros estabelecimentos comerciais. As dependências do Instituto de Física lembravam a Lise “um galinheiro”, tal a desordem e sujeira reinantes.

A área de física e filosofia da universidade teve grandes nomes da ciência desde tempos do Império Austro-Húngaro. Em começos do século XIX teve Josef Loschmidt. No momento em que Lise ingressou contava com Josef Stefan, diretor do Instituto de Física, com Ludwig Boltzmann e Ernst Mach. Na matemática Leopold Gegenbauer, criador dos polinômios esféricos, era o nome mais célebre. Nomes de menor destaque na ciência universal, mas nem por isso menos expressivos do ponto de vista local, como os de Franz Exner e Stefan Meyer tiveram também passagens importantes na formação de Lise Meitner. Franz Exner, físico experimental excepcional, dava um curso de física originalmente destinado a estudantes de farmácia, mas muito procurado

pelos estudantes de física e de outras áreas, tal o seu entusiasmo e cultura. Amigo de Wilhelm Röntgen, introduziu em Viena as técnicas de raios-X para uso médico. Franz Exner forneceu à Mme. Curie amostras de minerais radioativos que obtinha junto às minas de Joachimstall e em troca recebeu dela uma amostra separada de rádio, que usou como fonte radioativa para estudos de radioatividade. Passou a fonte e a técnica a Stefan Meyer, que desenvolveu vários projetos aos quais Lise veio associar-se.



Lise por ocasião do doutorado

Ludwig Boltzmann foi de longe a figura que mais influenciou Lise. Dono de grande visibilidade pela atuação científica, seu nome era acompanhado de acesas polêmicas, especialmente com áreas da filosofia sob a influência de Mach, e por frequentes tentativas de suicídio, vítima que era de transtorno maníaco-depressivo. Grandalhão, míope, cabeleira espalhada em caracóis desordenados, gestos histriônicos, discurso fluente e arrebatado, era insuperável na comunicação com jovens estudantes. Desafiando-os no íntimo do ser, rogava-lhes cumplicidade em busca de satisfação e beleza na verdade científica. Sua presença parecia destinada a impressionar e despertar impulsos de acolhimento ou repulsa: impossível ficar indiferente. Lise foi sua aluna no segundo período do curso de física e deixou-se influenciar profundamente por

ele. Nos finais de semana, Boltzmann convidava à sua casa os alunos mais chegados – Lise entre eles - para esclarecer dúvidas, conversar sobre a atualidade científica ou simples amenidades. Bom pianista, frequentemente completava o encontro com recitais de compositores preferidos, como Schumann.



Ludwig Boltzmann

Pelo fato de nunca ter cursado o *Gymnasium* e de sua aprovação no Matura ter sido tão sofrida e estressante, Lise sentia-se uma espécie de corpo estranho entre seus colegas ao longo do primeiro período do curso de física. Boltzmann deu a Lise o que lhe faltava: o sentimento de pertencer a uma comunidade de intelectuais com interesses comuns. Durante o primeiro período, sentiu-se mais à vontade na matemática, que, sem instrumentos e experimentos, ficava mais perto do seu modelo de ciência. Gegenbauer percebeu seu talento e buscou conquistá-la. Propôs a Lise que encontrasse o erro na solução de um problema formulada por um matemático italiano, o que Lise finalmente conseguiu. Gegenbauer disse-lhe então para publicar o trabalho em seu nome apenas. Lise recusou-se a fazê-lo sob a alegação de que sem os comentários de Gegenbauer, isto é, sozinha, não teria chegado ao seu final. Gegenbauer não gostou e Lise afastou-se dele encarando o episódio como sua definição em favor da física.

Era natural que buscasse fazer com Boltzmann seu doutoramento. Entretanto ele viajara para fora de Viena por período presumivelmente longo após dificuldades de saúde. Lise não quis retardar aquela meta por tempo indeterminado e procurou Exner. Apresentou-lhe um trabalho que havia realizado mostrando que as equações de Maxwell para a condução elétrica em condutores sólidos não homogêneos são idênticas às que descrevem a condução de calor. Exner aceitou o tema, mas exigiu de Lise a construção de um protótipo experimental para comprovar a proposição. Lise então construiu um condutor sólido heterogêneo, espalhando em gordura animal minúsculas gotas de mercúrio recolhidas nas junções das tábuas do piso dos laboratórios, colocou o material assim obtido entre placas metálicas paralelas com um dispositivo para variar a temperatura entre elas e termômetros para sua medição. Uma terceira placa metálica isolada eletricamente das outras duas conectava-se a um eletrômetro para as medições de condutividade. Seu trabalho foi aprovado como requisito parcial para o doutoramento e, após o exame final em que foi aprovada com louvor, em dezembro de 1905, o título de Doutor pela universidade lhe foi concedido. Lise tinha então 27 anos. Seu trabalho de tese tornou-se modelar para toda sua vida científica: estabelecer a compreensão teórica de um fenômeno e completá-la com a observação experimental.

Após o falecimento de Josef Stefan em fins de 1893, Boltzmann o substituiu na chefia do Instituto de Física. Em 1901, Mach afastou-se do cargo após um ataque cardíaco sofrido três anos antes. Boltzmann assumiu também a cátedra de Filosofia, antes aos cuidados de Mach. Suas incumbências e contrariedades aumentaram apreciavelmente e os afastamentos por questões de saúde tornaram-se mais frequentes, até que em setembro de 1906 sua tentativa de suicídio teve êxito. Era o primeiro ano de Lise como doutora em física.

Logo após o doutorado, Lise mostrou interesse em trabalhar na área de radioatividade. Tratava-se de um campo em rápido crescimento e excepcionalmente aberto a descobertas. Stefan Meyer estava à frente dos trabalhos. Inicialmente buscava identificar as radiações mediante sua curvatura magnética, como antes fizeram Becquerel e Rutherford. O detector de radiações que usava era o eletroscópio de folhas de ouro,

alvo na ocasião de importantes inovações por pesquisadores da radiação cósmica; a precisão das leituras e a robustez na manipulação do instrumento então melhoraram consideravelmente. Meyer familiarizou Lise com o uso da fonte de rádio e com o detector. Logo a seguir Lise produziu um trabalho, demonstrando que as partículas alfa não são apenas absorvidas pelos meios que atravessam, como se pensava, mas no percurso sofrem mudanças súbitas de direção, conhecidas como espalhamento. Construiu um colimador muito eficiente e mediu a atenuação do feixe de partículas alfa na direção da colimação, assegurando também que o final do alcance não fora atingido. A causa da atenuação observada ficava então restrita ao espalhamento das partículas alfa. Lise submeteu o trabalho para publicação no *Physikalisches Zeitschrift* em meados de 1907, antecipando Lorde Rutherford em seu trabalho sobre o espalhamento alfa (1911) que deu origem à determinação da carga nuclear em seu modelo atômico.

Com a morte de Boltzmann, a Universidade de Viena não perdia apenas seu maior ícone científico, mas alguém que também acumulava tarefas de direção e administração. Para supri-las Stefan Meyer foi levado à direção do instituto, deixando Lise sem sua presença no cotidiano dos estudos de radioatividade, tornando mais difícil a obtenção de recursos. Aconteceu então a visita de Paul Ehrenfest ao Instituto de Física, interessado em notas de aulas de Boltzmann que Lise possuía. Ehrenfest era ex-aluno da Universidade de Viena e fizera o doutoramento com Boltzmann. Percebeu o constrangimento causado a Lise pelo isolamento que dificultava a continuação dos trabalhos em radioatividade e lembrou-a de um experimento em ótica de que tomara conhecimento em documentos deixados por Lorde Rayleigh para o qual aquele eminente cientista não achara explicação. Lise obteve o texto, debruçou-se sobre o problema e logo publicava um trabalho resolvendo a questão levantada pelo eminente cientista. Reafirmou sua versatilidade, renovou sua autoestima e independência para realizar trabalhos de pesquisa.

Pesou bem as dificuldades previsíveis para dar consequência às suas aspirações de carreira no instituto em face dos graves problemas que despontavam em seu caminho, pediu o apoio financeiro de seus

pais e viajou para Berlim onde estava a nata da física contemporânea: Max Planck, Walter Nernst, Max Von Laue, Reuben e tantos outros.

3 Berlim: Nascimento da Dupla Meitner-Hahn

Em Berlim, Max Planck a tomou como assistente. Não há, entretanto, indicação de nenhuma nomeação para o cargo na universidade. O cargo supostamente dado a Lise conflita também com outros dados. Há referências de que Meitner trabalhou sem nenhuma remuneração até 1913, quando ameaçou deixar Berlim em troca do convite para uma posição remunerada que recebera da Universidade de Praga. Para a compreensão dos aspectos conflitantes desses dados, convém trazer à discussão o momento que vivia o ensino superior alemão. Planejava-se a criação de uma sociedade científica financiada por industriais e empresas, com a finalidade de realizar pesquisa científica básica e aplicada de fronteira com suficientes recursos e regras burocráticas simplificadas, enquanto a universidade se concentraria principalmente no ensino. A criação de tal organismo dependeu do esforço combinado do Ministério da Educação e de pessoas como Max Planck e Walter Nernst, que se ocuparam da atração de pessoal de alto nível para iniciar a sociedade. A área da química despontava como prioritária já que era importante para o país não perder a liderança que construía na produção de fármacos e, por via da síntese da amônia por Fritz Haber, fertilizantes, pesticidas e explosivos. Fritz Haber lá estava na direção do Instituto de Química e Eletroquímica da Universidade de Berlim, em Berlim-Dahlem, subúrbio da capital. Planck já tinha um candidato para inscrever a marca da modernidade na área de química da sociedade em cogitação. Tratava-se de Otto Hahn, que regressara de Montreal em 1906 depois de trabalhar com Lorde Rutherford em problemas de radioquímica. Trazia em sua bagagem importantes resultados como a separação do tório-C (Po-212) e do radioactínio (Th-227). Foi direcionado para o Instituto de Química e Eletroquímica da Universidade de Berlim onde improvisou um laboratório de radioquímica numa antiga carpintaria. Completados alguns protocolos curriculares, foi nomeado professor em 1910. No final de 1907, Planck lhe encaminhou Lise Meitner, dando início a

uma parceria científica que se estenderia por mais de trinta anos. Não houve nenhuma nomeação ou pagamento de salário. Para ter acesso ao laboratório da antiga carpintaria, espaço pertencente à Universidade de Berlim, Lise tinha de usar a porta dos fundos; pela da frente seria barada pelos porteiros cumpridores fiéis do preconceito contra mulheres na universidade. A Sociedade para o Progresso da Ciência – a Kaiser Wilhelm Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (abreviadamente KWG) - foi criada em 1911. Em 1912 Hahn foi nomeado Chefe do Departamento de Radioquímica e no ano seguinte teve de confrontar-se com a ameaça de Lise de deixar Berlim para assumir posição remunerada oferecida pela Universidade de Praga. Hahn conseguiu pagar-lhe um salário muito abaixo de sua competência e responsabilidades, usando recursos da KWG, e Lise aceitou. O salário de Lise só atingiu nível compatível com o de Hahn depois de criado e entregue à sua chefia, na KWG, o Departamento de Física Nuclear (1917). A posição de Professor Titular da universidade só veio bem mais tarde, em meados dos anos 20, após excepcional desempenho científico. Lise foi a primeira mulher em Berlim a ter esse destaque.



Max Planck

O contato inicial de Lise com Max Planck foi facilitado pela presença dele em Viena para participar dos funerais de Boltzmann.

Tudo indica que o entendimento de Lise consistiu em pleitear junto ao Professor Max Planck, à maneira do que se fazia usualmente em Viena, uma posição não remunerada que lhe permitisse tomar parte de discussões e seminários. Com seu brilhante currículo nas mãos, Planck entusiasmou-se especialmente com a experiência demonstrada em radioatividade, que encaixava em seus planos para Otto Hahn. Aceitou o pleito de Lise, tomando-a nominalmente como assistente, sem nomeação ou remuneração.

Em fins do mês de julho de 1914 estourava a Primeira Guerra Mundial. Hahn e outros destacados cientistas foram convocados para servir numa unidade de química destinada a fabricar gases tóxicos, sob a chefia de Fritz Haber. Lise voltou à Áustria. Aproveitou sua experiência no uso de raios-X para diagnóstico e tratamento de fraturas ósseas e assumiu a função de radiologista de campanha junto ao exército de seu país. Em 1917, a guerra quase no final, Lise e Hahn voltaram à KWG em Berlim. Lise o recriminou ferozmente por ter posto seu intelecto a serviço de causa tão desumana, mas finalmente voltaram a se afinar. Nesse ano anunciaram um feito notável: a descoberta de um elemento novo, o protactínio, de número 91 na Tabela Periódica.



Otto Hahn por ocasião do Prêmio Nobel

O pós-guerra criou novas dificuldades para a vida e em particular para o trabalho científico. Derrotada militarmente, a Alemanha foi submetida pelo tratado de paz a elevados reparos financeiros, proibição da produção de armas pesadas, confisco das rendas de indústrias antes prósperas como Krupp, e I.G.Farben, entre outras restrições. O resultado foi uma colossal inflação acompanhada de turbulência social e política na qual germinou o nazismo. A despeito de tudo, a dupla Hahn-Meitner conservava a cabeça levantada, fazendo prodígios para manter em dia os estoques de reagentes químicos, a instrumentação e o ritmo dos trabalhos. Em meio a tais dificuldades, Lise publicou na *Zeitschrift für Physik*, em 1922, uma descoberta notável: a emissão do que hoje se conhece como “elétrons Auger”, redescobertos independentemente, mas um ano depois, por Pierre Auger. Os franceses ignoraram a prioridade de Lise, declararam Pierre Auger descobridor do fenômeno e o proclamaram para todo o mundo. O procedimento teve para Lise o amargo sabor de um confisco científico. Parecia a extensão à área da ciência do draconiano estatuto de paz negociado em Versalhes que os franceses gerenciavam em nome dos aliados com arrogante competência. Essas circunstâncias - a expropriação da descoberta de Lise, a penúria da pesquisa científica e da vida em geral - tornaram áspero o diálogo entre o grupo Hahn-Meitner e grupos científicos franceses, explodindo em reuniões científicas europeias aqui e ali. Em particular ficou complicado o diálogo com o grupo do Instituto do Rádio em Paris, tendo à frente o casal Joliot-Curie. Ironicamente essas dificuldades impulsionaram a descoberta da fissão nuclear.

Em 1934, Enrico Fermi revolucionava o mundo científico com o anúncio da produção de núcleos transurânicos, irradiando com nêutrons amostra de urânio natural envolvida em moderador de parafina. A ideia de Fermi era de que a captura de um nêutron em U-238 - o isótopo predominante no urânio natural - fosse seguida de um decaimento beta, assim dando origem a um isótopo com número atômico imediatamente superior, que poderia em seguida também passar por novo decaimento beta, e gerar novos isótopos de números atômicos acima de 92. Logo os grupos de Berlim-Dahlem e do Instituto do Rádio em Paris, entre outros, se debruçaram sobre o tema. O diálogo entre

eles tornara-se particularmente azedo durante o Congresso Solvay de 1933 devido a uma intervenção mais contundente de Fräulein Meitner ao ensejo de resultados sobre a radioatividade induzida por partículas alfa apresentados por Frédéric Joliot. Agravou-se durante a busca dos transurânicos.

Em virtude dos limitados conhecimentos da época, as pesquisas de transurânicos incorporaram numerosos equívocos. Até a publicação anunciando a formação de fragmentos de fissão, tanto Hahn como Meitner asseguravam terem observado transurânicos e suas radiações. A principal razão para o equívoco é que a posição do urânio na Tabela Periódica da época estava errada. Os procedimentos químicos para identificar o elemento urânio, fixados pelas propriedades químicas de seus homólogos na tabela, estavam equivocados: as radiações observadas em sua quase totalidade eram emissões de fragmentos da fissão nuclear e não de produtos do decaimento de transurânicos. Ao longo desses trabalhos, o diálogo entre os grupos de Berlim-Dahlem e do Instituto do Rádio em Paris degradou-se a ponto de ignorarem mutuamente os resultados que obtinham.

4 Fuga de Berlim. Teoria da Fissão Nuclear

Absorvida no trabalho, Lise não imaginava as reviravoltas que sofreria logo adiante. Em janeiro de 1933, Adolf Hitler assumiria o poder tornando-se Chanceler. Com o apoio da população massacrada pela crise econômico-social, reuniu em aguerridas milícias amplos contingentes de jovens muito atuantes, em particular na universidade. Já em abril daquele ano fazia com que os cargos na área de educação, desde o nível elementar ao universitário, não pudessem ser ocupados por judeus ou descendentes. Milhares de professores foram atingidos em todas as carreiras. Pela ascendência judaica Lise foi atingida. Entretanto, por ser estrangeira, foi apenas afastada do cargo na universidade. Esse afastamento não teve maior significação: toda sua vida científica transcorria dentro da KWG. Não dava aulas, não fazia parte de colegiados universitários, seu único vínculo sendo o de orientar teses de mestrado ou doutorado de estudantes que a procuravam.

Na KWG estava garantida também por ser estrangeira. Em 1938, entretanto, Hitler anexou a Áustria, tornando alemães todos os seus cidadãos. Da noite para o dia, desfazia-se a única segurança de Lise. Simulando férias, fugiu da Alemanha, primeiro para a Holanda e finalmente para a Suécia, onde se estabeleceu. No dia da fuga Hahn lhe deu um precioso anel de ouro e diamantes, joia que herdara de sua mãe. Era para subornar as autoridades de fronteira caso necessário, porque Lise saía quase sem dinheiro, virtualmente com a roupa do corpo. Não foi necessário usá-lo, pois os organizadores da etapa holandesa da fuga alegaram com documentos falsos que Lise estaria no país apenas para algumas conferências, ao término das quais voltaria à Alemanha.

Hahn deu conhecimento a Lise dos progressos obtidos depois que, por insistência de Fritz Strassman, resolveu seguir uma pista deixada pelo grupo de Paris. Informou-a dos novos resultados primeiramente em visita pessoal que lhe fez em Copenhague, onde se encontrava enquanto não se resolvia por um país para residir definitivamente. Posteriormente trocou com Lise algumas cartas. Em resposta a uma delas, Lise aconselhou-o a não publicar nada enquanto não tivesse absoluta certeza dos resultados. Pouco antes do Natal de 1938, a revista *Naturwissenschaften* recebia para publicação o texto de Hahn e Strassman anunciando a formação de núcleos do elemento bário. Tratava-se, inequivocamente, da fissão do U-235 e não da formação de transurânico por captura de nêutron em U-238. O nome de Lise não foi incluído na publicação. De um lado a nova pesquisa de Hahn e Strassman rompia com o paradigma anterior do grupo, isto é, interpretar os resultados em termos da formação de transurânicos. Lise continuava fiel ao velho paradigma, portanto com opinião contrária àquela conclusão. De outro lado Hahn tinha também a preocupação de não desafiar as autoridades nazistas, o que fatalmente aconteceria caso inserisse na lista de autores o nome de uma refugiada judia no index dos foragidos da lei. Esses dados são relevantes porque em 1944 foi concedido a Otto Hahn o Prêmio Nobel de Química pela descoberta da fissão nuclear; a outorga daquele prêmio a Hahn, mas não a Lise ou Strassman, foi tomada por muitos como discriminatória e injusta. Voltaremos ao tema mais adiante porque no momento de sua fuga de

Berlim a grande contribuição de Lise à fissão nuclear ainda não tinha tomado forma.



Fritz Strassman, Lise Meitner, Otto Hahn e Otto Robert Frisch

Em Estocolmo, Lise foi inicialmente encaminhada para o laboratório do laureado Nobel Manne Siegbahn, que não deu maior apoio ao seu trabalho. Alguns argumentam que Siegbahn não era propriamente simpático à presença de mulheres em seus domínios. Outros que estava mergulhado em grandes contratos de interesse militar, em face da guerra cujos sopros já se faziam sentir. Os instrumentos e demais recursos pleiteados por Lise para trabalhar com radiações representavam incômoda miudeza dentro de seus projetos e Siegbahn praticamente lhe deu as costas. Desgastada com os sobressaltos da fuga e pouco feliz no novo trabalho, Lise decidiu descansar um pouco num vilarejo nas vizinhanças de Estocolmo. Seu sobrinho Otto Robert Frisch, filho de sua irmã Auguste, a musicista, também refugiado em Copenhague onde trabalhava à espera de um destino mais definitivo, sabia das aflições e sobressaltos ligados à sua fuga e das frustrações no novo instituto. Resolveu visitá-la no Natal. Lá chegando, encontrou-a de posse de uma cópia do texto em publicação no *Naturwissenschaften* que Hahn lhe remetera. Os dois então criaram a teoria da fissão nuclear a partir do modelo nuclear da gota líquida, cunhando inclusive o nome “fissão”

para denominar o processo (o termo *Uranspaltung* fora usado por Hahn no manuscrito enviado à *Naturwissenschaften*). O trabalho de Fritsch-Meitner, formulando o modelo teórico do processo da fissão nuclear, além de mostrar de forma inédita que o núcleo atômico podia fragmentar-se em núcleos de menor massa e carga elétrica, abriu caminho para remover perigos que envolviam a abordagem predominantemente empírica das questões nucleares, propiciando o avanço teórico das ideias. Redigiram um texto a respeito e o remeteram à revista britânica *Nature* em janeiro de 1939, já que nenhum periódico científico alemão aceitaria publicar o texto de dois judeus foragidos. Daí em diante o acaso dominou a sequência de acontecimentos. A publicação do trabalho atrasou, Frisch regressou a Copenhague logo a seguir para fazer um experimento que demonstrasse a fissão do urânio numa câmara de ionização, assim eliminando as incertezas que usualmente cercavam os procedimentos radioquímicos. Encaminhou para publicação na mesma *Nature* o resultado positivo de suas observações em 13 de janeiro de 1939, publicação que também atrasou. Nesse meio tempo, deu conhecimento a Niels Bohr de seu trabalho com Lise. Bohr viajava para os EUA e, embora Frisch lhe pedisse para nada dizer antes da publicação de sua comunicação, não se conteve e anunciou a fissão em uma conferência em Princeton. O fenômeno passou ao domínio público: todos os grupos perceberam o alcance da fissão nuclear e se voltaram para a busca de um processo de fissões em cadeia, tanto controlado (reator nuclear) como catastrófico (bomba nuclear). A cadeia controlada de fissões foi obtida por Fermi em dezembro de 1942. A bomba nuclear foi o produto do projeto Manhattan, lançado em agosto daquele ano pelo governo americano. Otto Robert Frisch - membro da comissão de cientistas britânicos que passou às mãos do presidente americano um planejamento completo para fabricar a bomba - foi recrutado para desenvolvê-la junto com outros foragidos do nazismo e tentou trazer Lise para o empreendimento. Lise recusou-se, lamentando que suas ideias tivessem de passar por uma arma de destruição em massa.



Otto Robert Frisch

5 Últimos Anos

A Segunda Guerra Mundial eclodiu em setembro de 1939 e durou, na frente europeia, até 8 de maio de 1945. Na frente asiática terminou com as explosões nucleares em Hiroxima e Nagasaki, em 6 e 9 de agosto daquele ano.

Durante os anos de guerra, Lise livrou-se das frustrações no laboratório de Siegbahn: transferiu-se primeiro para a Organização de Pesquisa para Defesa, do governo sueco, e depois para o Real Instituto de Tecnologia em Estocolmo, onde trabalhou no projeto do primeiro reator nuclear sueco. Em 1947 foi nomeada para o Colégio Universitário de Estocolmo com o salário de Professor Titular. Em 1949 obteve a cidadania sueca e em 1951 foi eleita para a Academia Sueca de Ciências. Trabalhou até 1960, quando se aposentou com uma pequena pensão negociada com o governo sueco. Mudou-se para a Inglaterra, para onde emigraram os remanescentes de sua família.

Em 1945, Lise captou uma transmissão radiofônica da BBC descrevendo as atrocidades nazistas nos campos de concentração de Belsen e Büchenwald. Entrou em crise. Remeteu a Hahn uma carta contundente taxando-o de colaborador do nazismo pela atitude passiva

que assumira diante das perseguições a judeus e demais mobilizações da KWG dentro do esforço de guerra alemão. Hahn não recebeu essa carta: estava preso em Farm Hall, Inglaterra, junto com a liderança da física alemã, para onde foram levados em meados do ano. Foram libertados por volta do Natal de 1945, mas Hahn nunca recebeu a carta de Lise. Embora declarasse escrever como amiga, uma reaproximação aconteceu apenas em 1959, por ocasião da fundação do Instituto Hahn-Meitner. Não obstante essas manifestações, Lise nunca se desfez do anel de ouro e brilhantes que Hahn lhe deu por ocasião de sua fuga. Conservou-o até idade avançada, quando o passou às mãos da mulher de seu amado sobrinho.



Lise aos 60 anos

Um ano depois, em dezembro de 1946, Hahn recebeu o Prêmio Nobel de Química de 1944, pela descoberta da fissão nuclear. Em várias oportunidades, Lise reconheceu os méritos de Hahn e o valor de seu trabalho pelo qual lhe fora concedido o Prêmio Nobel. Entretanto, criou-se uma lenda de que Lise foi injustiçada, de que o deveria ter compartilhado com Hahn. Nada mais inadequado. Lise nunca se sentiu

injustiçada, tanto quanto se possa avaliar pelas manifestações que fez a respeito. Nem menosprezou os méritos de Hahn para recebê-lo.

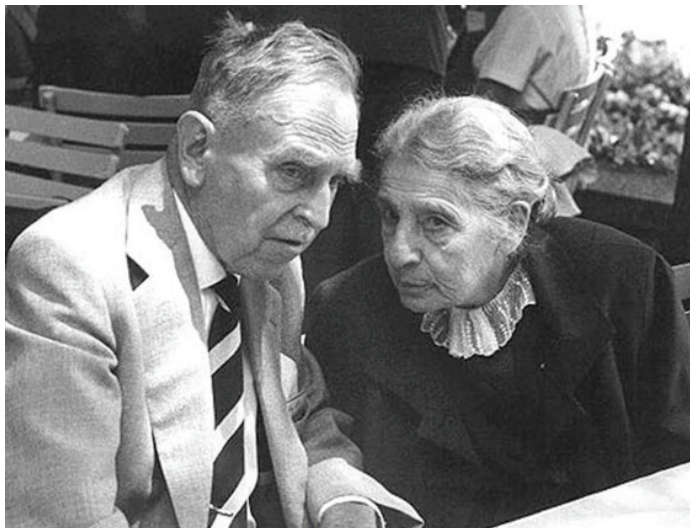
A base científica para o desfecho nuclear da Segunda Guerra foi atribuída a Lise por muitas pessoas e organizações nos EUA. Tratavam-na como “mãe da bomba atômica”. Embora não perdesse ocasião para contestar essa interpretação, Lise desfrutou da notoriedade que a acompanhou. No pós-guerra, viajou diversas vezes aos EUA a convite de universidades para dar conferências, receber homenagens e distinções. Recebeu cinco títulos de Doutor Honorário de universidades americanas, foi capa da revista *Time Magazine* e muitas vezes homenageada por organizações femininas. Em 1946 foi eleita Mulher do Ano pelo Clube Nacional Feminino de Imprensa e convidada a jantar com Harry S. Truman, presidente dos EUA, na sede do Clube Nacional Feminino de Imprensa. O encontro tem um significado simbólico difícil de acomodar com a condenação explícita de Lise à bomba nuclear em particular, e, em geral, a toda arma de destruição em massa, como os gases da guerra química que tanto reprovou em Hahn e Haber durante a Primeira Guerra. O lançamento das bombas sobre Hiroxima e Nagasaki com autorização de Truman deixou mais de cem mil cadáveres, civis em sua imensa maioria.

Em 1949 Lise recebeu a medalha Max Planck, distinção máxima concedida pela Max Planck Gesellschaft. A Max Planck Gesellschaft substituiu a KWG em 1948, extinta por se ter desvirtuado no apoio ao nazismo. Na ocasião Hahn convidou Lise a voltar para Berlim, agora na nova sociedade. Lise recusou.

Após uma desgastante viagem aos EUA em 1964, sofreu um ataque cardíaco que lhe custou muitos meses de recuperação. Em 1966 não pôde comparecer pessoalmente para receber o Prêmio Enrico Fermi concedido a ela, Hahn e Fritz Strassman pela Comissão de Energia Atômica Americana, pelos trabalhos sobre a fissão nuclear. Foi representada por familiares. Quebrou a bacia em uma queda em 1967 e sofreu uma sequência de AVCs. Com a condição física agravada e fortes avanços de arteriosclerose foi recolhida a um hospital em Cambridge. Não foi informada do falecimento de Hahn, em 1968, por decisão de

seus familiares, preocupados com a repercussão em sua saúde. Faleceu em 27 de outubro de 1968, dias antes de completar 90 anos.

Seu nome aparece em instituições científicas na Alemanha e na Áustria, em escolas, ruas, parques, mundo afora; crateras na Lua e em Vênus e mesmo um asteroide levaram seu nome. Acumulou cinco doutorados honorários e recebeu numerosos prêmios em diferentes lugares, inclusive sua amada Viena. Em 1997 foi elevada ao portal da eternidade da memória científica, onde brilham nomes como Mendelejev, Nobel, Mme. Curie, Fermi e Einstein; o elemento de número atômico 109 foi denominado “*meitnerium (Mt)*” em sua homenagem.



Reencontro dos ex-sócios

Lise foi pessoa dotada de excepcional força interior aliada à viva intuição de sua prodigiosa inteligência. Sua realização pessoal se fazia pelo trabalho científico. Jamais usou seu talento como moeda de troca para assumir ou galgar posições: trabalhou sem salário, aceitou remuneração inferior ao que merecia por sua competência, sempre com o intuito de estar presente no local mais adequado para produzir cientificamente. Quando forçou Hahn a optar entre contratá-la ou perdê-la para a Universidade de Praga, foi para provar à sua família em Viena que tinha condições de sobreviver por si mesma e desonerá-la do encargo

de sustentá-la. Tampouco reverenciava a fama ou posição de quem quer que fosse. Otto Frisch conta o constrangimento que sentiu quando Lise o apresentou a Einstein sem a menor formalidade, enquanto ele não sabia se estenderia a mão ou se iria curvar-se numa reverência medieval diante da divindade sagrada da física. Ou quando deixou de lado trinta anos de amizade e condenou Hahn duramente, por ter contemporizado com o nazismo sem enfrentá-lo. Tampouco economizou autocrítica: declarou-se decepcionada e arrependida por ter ela própria conciliado com o nazismo e aguardado cinco anos no trabalho em lugar de romper imediatamente como o fizeram Einstein, Szilard e tantos outros. Aos 82 anos, aposentou-se para ir ao encontro de sua família na Inglaterra e pediu para ser enterrada junto ao túmulo do irmão caçula, Walter, falecido em 1964, por quem sempre dedicou especial carinho. Sua intensa vida cerebral nunca bloqueou seus impulsos emocionais. Suas humanas fraquezas aparecem quando tira proveito da notoriedade nascida no rastro das explosões de Hiroxima e Nagasaqui, embora sempre se tenha manifestado contra a bomba, inclusive no jantar com Truman. Sem dúvida, sua melhor descrição, feita por seu sobrinho, aparece na lápide que encima seu túmulo: “física que nunca perdeu a humanidade”.

Referências

CLARK, Ronald W., *Einstein the Life and Times*, New York: Avon Books, 1ª Edição, 1972.

CORNWELL, John, *Hitler's Scientists: science, war and the devil's pact*, New York: Penguin Books, 2004.

FRISCH, Otto R., *What Little I Remember*, Cambridge: Cambridge University Press, Canto Edition, 1991.

GONÇALVES-MAIA, Raquel, *Revista Virtual de Química* 4 (2), 173-192, 2012 (www.uff.br/rvq).

HAHN, Otto, discurso na sessão da Academia Sueca de Ciências de 13 de dezembro de 1946, pela concessão do prêmio Nobel de Química de 1944.

JUNGK, Robert, *Brighter than a Thousand Suns*, Londres: Pelican Books 2ª Edição, 1965, traduzido do original alemão: *Heller als Tausend Sonnen*, Alfred Scherz, Berlim 1956.

RIFE, Patrícia, *Lise Meitner and the Dawn of Nuclear Age*, Boston: Birkhäuser, 1999.

SHIRER, William L., *The Rise and Fall of the Third Reich*, Londres: Pan Books 4ª Edição, 1967.

SIME, Ruth Lewin, *Lise Meitner: a Life in Physics*, University of California Press, 1996.

Mary Lucy Cartwright (1900-1998)

Felipe Rizzato
Marcia C. Barbosa

Nascida em 1900 no condado de Northamptonshire no Reino Unido, Mary Lucy Cartwright descende de uma aristocracia com formação universitária, mas sem o poder aquisitivo da nobreza. Entre seus ancestrais, encontram-se servidores públicos: membros do exército, do parlamento e particularmente da Igreja. Na época, os clérigos eram normalmente pessoas de boa formação, mas não particularmente abastados, pois a herança nas famílias nobres ficava nas mãos dos primogênitos. Sua família segue esta linhagem. Seus dois irmãos mais velhos, John and Nigel, morrem servindo ao Reino Unido durante a Segunda Guerra. Sua irmã Mary casa-se com o reverendo Hugh Maclean e seu irmão mais novo, William, segue a carreira de política pública.

Como tradição das famílias educadas da época, Mary é ensinada por uma governanta até a idade de 11 anos. Completada esta parte do seu ensino fundamental, recebe como presente um livro com páginas em branco para fazer anotações. Na capa havia a frase “seja uma boa e doce jovem, e deixe os outros serem espertos” (tradução livre para: “*be good, sweet maid, and let who will be clever*”) (HAYMAN, 2000). Esta frase pode parecer um desestímulo à busca da excelência acadêmica. No entanto, o restante do poema “A Farewell”, de Charles Kingsley, de onde este verso é retirado conclama as jovens a buscar conhecimento. Para aprimorar sua formação, Mary é enviada em 1912 para a Leamington High School, estudando mais tarde na Graveley Manor School em Boscombe e na Godolphin School, em Salisbury, a escola onde as jovens da elite estudavam. Durante os seus anos de ensino médio, destaca-se em história (O’CONNOR, ROBERTSON, 2003), apesar de um igualmente bom desempenho em matemática. Observa, no

entanto, que história implicava horas para memorizar fatos e datas. Nos últimos anos do ensino médio, recebe lições de cálculo, análise e de geometria analítica da Professora Srta. Hancock (FREEMAN, 2006). Neste momento ela passa a se interessar mais ativamente por matemática (O'CONNOR, ROBERTSON, 2003).

A carreira científica de Mary Lucy Cartwright inicia-se com sua graduação em Matemática, obtida no St. Hugh's College, Oxford, no ano de 1923. Ela ingressa em Oxford em 1919, justamente no período em que muitos jovens, sobreviventes da Primeira Guerra Mundial, decidem obter os títulos de graduação. As turmas das disciplinas mais importantes eram enormes e havia uma grande competição para frequentá-las. Em 1921, realiza exames intermediários e fica em uma segunda turma na classificação. Somente homens tinham ficado entre os primeiros classificados. Neste momento ela considera dedicar-se à história, que fora a sua matéria favorita no ensino fundamental. No entanto, já apaixonada por matemática, decide persistir nesta área. Apesar de ter escolhido seguir carreira em matemática, o seu interesse por história pode ser observado nos anos que se seguem, por escrever sobre alguns aspectos históricos em seus artigos científicos (O'CONNOR, ROBERTSON, 2003). Aconselhada por um colega, V. M. Morton, passa a frequentar as turmas noturnas do Professor Hardy e dedica boa parte de seu tempo à leitura do livro de Análise de Whittaker e Watson. Para frequentar estas aulas teve de pedir uma permissão especial. O dormitório fechava às 23h e as aulas do Professor Hardy se estendiam por vezes além deste horário (HAYMAN, 2000; O'CONNOR, ROBERTSON, 2003; FREEMAN, 2006). Gradua-se em 1923.

Reconhecendo que os custos para realizar um doutorado seriam um peso financeiro para a sua família, leciona em duas escolas. Primeiramente na Escola Alice Ottley, em Worcester, e depois na Escola Wycombe Abbey em Buckinghamshire. Nesta última posição, ela tinha uma série de atividades administrativas que a afastavam de lecionar (MCMURRAN, TATTERSALL, 1996). Além disso, o ensino baseado em conteúdos fixos no qual a experimentação não fazia parte do currículo não era atraente para ela.

Após este breve período envolvida com atividades de ensino, tendo economizado o suficiente para custear seu doutorado, retorna a Oxford, em 1928, para desenvolver sua tese de doutorado. A tese é orientada por G. H. Hardy e E. C. Titchmarsh, sendo aprovada em 1930 (CWP,2015).

Um dos examinadores de sua tese é John Littlewood, matemático de renome, com quem ela desenvolve longa colaboração científica, e é por causa desta que ela é mais lembrada (CARTWRIGHT, 1964).

Os fatos relativos a esta colaboração são aproximadamente os seguintes (CWP, 2015, CARTWRIGHT, 1964).

No final dos anos 30, e às vésperas da Segunda Guerra Mundial, os engenheiros britânicos estavam enfrentando problemas sérios na construção de radares. O equipamento projetado funcionava bem para sinais de baixa intensidade, mas desenvolvia um comportamento completamente imprevisível para sinais de grande intensidade.

O controle preciso da eletrônica de vácuo em altas potências era crucial para o tipo de guerra que nascia na época. Com isto, o Departamento de Pesquisa Científica e Industrial, órgão britânico voltado ao desenvolvimento científico e tecnológico, resolveu recorrer a Físicos e Matemáticos para auxiliar na solução do problema. Mary Cartwright interessou-se pessoalmente pelo problema e, em colaboração com Littlewood, resolveu estudá-lo com atenção.

As equações diferenciais não lineares de segunda ordem, propostas pelos engenheiros britânicos para modelar o processo de amplificação dos sinais fabricados nas válvulas eletrônicas da época, eram pobres e inexatas do ponto de vista físico. Cartwright e Littlewood analisaram o modelo, o refinaram, e eventualmente criaram equações com as quais o processo de amplificação pôde ser adequadamente representado. A equação central, obtida desta forma, era basicamente similar a uma equação que descrevia osciladores não lineares, proposta por van der Pol alguns anos antes. Van der Pol já havia discutido algumas possíveis soluções de sua equação, mas o que Cartwright e Littlewood fizeram foi uma dissecação minuciosa e rica em detalhes das possíveis soluções.

Do ponto de vista do legado deixado por Cartwright e Littlewood, o que mais chama atenção é o comportamento das soluções de seu

modelo, à medida que a amplitude das oscilações aumenta. Note-se aqui que era justamente este tipo de comportamento que interessava aos fabricantes de radar: enquanto o equipamento era controlável para baixas amplitudes, fugia ao controle em regimes de altas potências e grandes amplitudes. Pois da análise de Cartwright e Littlewood, o que se observa é o seguinte. Enquanto para pequenas amplitudes as soluções de seu modelo apresentam um comportamento harmônico transitente, decaindo para uma solução preestabelecida, com o aumento gradual da amplitude a solução harmônica primeiro duplica seu período de oscilação, e mais tarde ingressa em um regime completamente irregular (CWP, 2015).

Traduzido para a linguagem moderna da dinâmica não linear, o que os dois pesquisadores viram foi o dobramento de período como rota para uma dinâmica caótica. E não só isto: grande parte de sua análise foi baseada em argumentos topológicos envolvendo a estrutura das soluções no espaço de fases e a natureza das órbitas periódicas, estratégia de valor indiscutível na moderna linguagem dos Sistemas Dinâmicos. Cartwright e Littlewood anteviram a moderna dinâmica não linear, sem que ela ainda estivesse oficializada como disciplina de pesquisa (LICHTENBERG, LIEBERMAN, 1992).

O curioso, na época, é que as Forças Armadas culpavam os fabricantes pelas “imperfeições” do equipamento, e os fabricantes culpavam as Forças Armadas por “uso indevido”. Foi necessário o talento de Cartwright e Littlewood para mostrar que o comportamento exótico dos amplificadores era consequência natural das novas nuances da Física e da Matemática envolvidas no problema.

Além de ser uma pesquisadora obstinada, Mary Lucy era igualmente uma orientadora dedicada. Seus estudantes tornaram-se professores proeminentes de universidades no Reino Unido e nos Estados Unidos. Era extremamente preocupada com a qualidade da escrita dos textos de seus alunos e muitas vezes os comentários sobre seus trabalhos eram tão extensos quanto o próprio trabalho publicado. Acreditava na independência dos estudantes, nunca sendo coautora de seus trabalhos. Além disso, estava sempre disponível para ouvi-los e preocupada com as suas demandas educacionais e políticas (HAYMAN, 2000).

Como administradora participou de diversos comitês na Universidade de Cambridge, entre eles o Comitê de Seleção de Estudantes e o Sindicato dos Educação (TIMES, 2015), o Conselho dos Docentes, de que ela não somente foi parte, tendo atuado como coordenadora, e o Conselho Universitário (HAYMAN, 2000). Sua atuação nestas instâncias administrativas sempre foi de apoiar ideias novas, como, por exemplo, a criação do Departamento de Medicina Veterinária em Cambridge dentro da área de Ciências. Foi a primeira mulher a participar do Conselho da Royal Society e foi a primeira e única mulher a presidir a London Mathematical Society (HAYMAN, 2000, CARTWRIGHT, 1964).

Mary Lucy não foi somente uma pesquisadora e professora comprometida; tinha uma percepção clara de cidadania. Durante a Segunda Guerra, entre 1940 e 1944, ela participou do Destacamento da Cruz Vermelha (TIMES, 2015). Ciente de que ciência se faz internacionalmente, realizou inúmeras viagens. Entre 1948 e 1949, ela visitou inúmeras universidades americanas, incluindo Stanford e Princeton. Mais tarde, em 1956, ela fez parte da delegação da Royal Society (Sociedade Real) que visitou a União Soviética como convidada da Academia de Ciências Russa. Em plena Guerra Fria, quando o turismo de ingleses não era bem visto na Cortina de Ferro, visitou Moscou, Varsóvia e Cracóvia (TIMES, 2015).

Após aposentar-se pela Universidade de Cambridge em 1968, passou algum tempo visitando a Universidade Brown e depois a Escola de Claremon. Entre 1969 e 1970, esteve na Universidade de Wales e na Polônia, retornando ao Reino Unido nos anos 70 (O'CONNOR, ROBERTSON, 2003).

Em uma época em que as mulheres recebiam pouco ou nenhum reconhecimento, sua tenacidade foi reconhecida com várias honras. Recebeu o grau de *Honoris Causa* das Universidades de Edinburgh, Leeds, Hull, Wales e Oxford. Entre outras honras, recebeu a Medalha Sylvester em 1964 da Royal Society e a Morgan em 1968 da London Mathematical Society. Em 1968, recebeu da rainha o título de Dame Mary Cartwright, Commander of the Order of the British Empire, uma espécie de versão feminina para o título de Sir (HAYMAN, 2000, TIMES, 1998).

Mary era uma mulher discreta em sua vida pessoal e procurava não preocupar a família ou os colegas. Quando os anos estavam avançados, procurou um lugar adequado para morar onde não daria trabalho aos parentes ou amigos. Era, no entanto, uma pessoa preocupada com

os demais e de fácil convívio. Seu interesse por história a tornou uma colecionadora de pequenos objetos que serviam como um fio para a descrição de suas aventuras de viagem (Hayman, 2000). Já no fim da vida, em uma entrevista à BBC, encantou a entrevistadora por sua vivacidade e humor sofisticado (JARDINE, 2013).

Mary Lucy Cartwright, cientista, cidadã, uma mulher à frente do seu tempo.

Referências

CARTWRIGHT, M. L., *From Non-Linear Oscillations to Topological Dynamics*, J. London Math. Soc. **s1-39**, 193, 1964. <http://jms.oxfordjournals.org/content/s1-39/1/193.full.pdf>. Consultado em Fevereiro de 2015.

CWP, *Mary Lucy Cartwright, Contribution of 20th Century Women in Physics*, http://cwp.library.ucla.edu/Phase2/Cartwright,_Mary_Lucy@951234567.html. Consultado em Fevereiro de 2015.

FREEMAN, J. D., *Mary Lucy Cartwright [1900-1998]: Chaos theory*, pp. 169-177, in *Out of the Shadows: Contributions of Twentieth-Century Women to Physics*, edited by Nina Byers and Gary Williams, 498 p. (Cambridge University Press, 2006).

HAYMAN, W. K., *Dame Mary (Lucy) Cartwright, D.B.E. 17 December 1900 - 3 April 1998: Elected F.R.S. 1947*. Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society **46**, 19, 2000.

JARDINE, L., *A Point of View: Mary, queen of maths, BBC Magazine*, March 2013. <http://www.bbc.co.uk/news/magazine-21713163>. Consultado em Fevereiro de 2015.

LICHTENBERG, A. J., LIEBERMAN, M. A., *Regular and Chaotic Dynamics*, Springer, New York, 1992.

MCMURRAN, S. L., TATTERSALL, J. J., *The mathematical collaboration of M L Cartwright and J E Littlewood*, Amer. Math. Monthly **103**, 833-845, 1996.

O'CONNOR, J. J., ROBERTSON, E. F., *Mary Cartwright*, MacTutor History of Mathematics archive, University of St Andrews, 2003 <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Cartwright.html>

TIMES, T., *Obituary: Mary Cartwright*, The Times, 1998. <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Obits/Cartwright.html>. Consultado em Fevereiro de 2015.

Mildred Spiewak Dresselhaus: a rainha do carbono

Antonio Gomes de Souza Filho



Mildred S. Dresselhaus nasceu no Bronx, bairro de Nova York, e realizou sua formação secundária na Hunter College High School, uma escola pública da cidade. Millie, nome que adquiriu nos encontros estudantis do meio-dia (*noon time club meetings*) e pelo qual é conhecida na comunidade científica, graduou-se em ciências no ano de 1951 no Hunter College, recebendo todas as honras possíveis dadas a um estudante. Esse feito lhe garantiu uma bolsa da Fundação Fulbright para o Laboratório Cavendish na Universidade de Cambridge, no Reino Unido, onde realizou estudos entre 1951 e 1952. Retornando aos Estados Unidos, Millie obteve o título de Mestre no Radcliffe College em Massachusetts no ano de 1953 e o de Doutora na Universidade de Chicago em 1958. Foi durante o período de Doutorado que Millie conheceu Gene Dresselhaus, um jovem físico teórico que se tornou seu marido e colaborador científico, atuando com ela até os dias atuais.

Autores de muitos artigos e livros, o casal Dresselhaus é muito conhecido na física da matéria condensada por contribuições seminais que impactaram a física do estado sólido, abrindo novas áreas de pesquisa. Millie e Gene tiveram quatro filhos: Marianne Dresselhaus Cooper, Carl Eric Dresselhaus, Paul D. Dresselhaus e Eliot M. Dresselhaus.

Além da carreira científica brilhante, Millie ocupou vários cargos administrativos, tanto no âmbito do Massachusetts Institute of Technology (MIT) como em nível nacional nos Estados Unidos. Em 1977, Millie assumiu a direção do Departamento de Engenharia e Ciências dos Materiais. Foi presidente da Sociedade Americana de Física (APS), da Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS) e tesoureira da Academia Americana de Ciências em 1992, transformando-se na primeira mulher a ocupar um cargo na diretoria da Academia Americana de Ciências. No período 2000-2001, durante o governo do Presidente Bill Clinton, Millie foi Diretora da Divisão de Ciência do Departamento de Energia (DOE). Mesmo ocupando cargos e sendo sempre atuante, Millie tem uma característica peculiar nesse aspecto: a atividade de pesquisa do grupo e a ciência são prioridades.

Millie recebeu 25 doutorados honorários de várias instituições e é filiada às mais prestigiadas academias de ciência e engenharia do mundo. Recebeu diversos prêmios de grande prestígio, merecendo destaque os Prêmios Kavli 2012 de Nanociência, Arthur von Hippel, Oliver E. Buckley, Heinz, assim como as seguintes Medalhas: Nacional de Ciência dos Estados Unidos, Enrico Fermi 2012, Nicholson, Vannevar Bush e Oersted.

1 Supercondutividade

O assunto da Tese de Doutorado de Millie na Universidade de Chicago foi relacionado com o estudo da impedância de superfície em supercondutores na região de micro-ondas. Trabalhando no chamado “regime de Fermi”¹, os estudantes de doutorado realizavam

1 Enrico Fermi foi professor de Mecânica Quântica e tutor de Millie na Universidade de Chicago. A influência de Fermi é marcante na carreira de Millie, de quem ouvi várias vezes dizer: “foi com Fermi que aprendi a pensar como fisicista”.

seus trabalhos de forma independente e Millie descobriu um resultado surpreendente relativo ao estanho supercondutor, pois em certas condições a aplicação do campo magnético aumentava a supercondutividade. Sua tese chamou a atenção porque exatamente um ano antes, em 1957, tinha sido publicada a teoria BCS (de autoria de John Bardeen, Leon Cooper e John Robert Schrieffer) e esta não explicava esse efeito. Tal fato rendeu a Millie notoriedade e a atenção do Prof. Bardeen, que se interessou muito pelos resultados. Esses experimentos foram repetidos e confirmados por grandes cientistas, incluindo Paul Richards e Brian Josephson, e a explicação do fenômeno veio uma década depois, mas essa contribuição de Millie não foi relevante para o desenvolvimento da supercondutividade. Millie continuou trabalhando com os supercondutores durante os dois anos de pós-doc em Cornell, até que interrompeu o trabalho nessa área após se mudar para o MIT Lincoln Laboratory em 1960, em parte devido à resistência de Benjamim Lax (diretor da divisão a que Millie estava associada) ao tema supercondutividade, pois na sua visão a teoria BCS já tinha resolvido o que era relevante na área. Mesmo parando a atividade de pesquisa em supercondutividade, o *background* que Millie adquiriu no tema foi relevante para suas importantes contribuições relativas aos supercondutores de alta temperatura, que entraram em cena 20 anos depois.

2 O grafite

Enquanto o foco da física da matéria condensada era semicondutores, e muitos cientistas consideravam o grafite como um material pouco atrativo, Millie fez a escolha de direcionar seus estudos para esse material por algumas razões; era um material diferente, considerado difícil para trabalhar por conta da qualidade das amostras, e a competição era menor; um aspecto importante para alguém que precisava conciliar o tempo dedicado à pesquisa no laboratório e ao ensino em sala de aula com sua condição de mãe de quatro filhos, todos na época com idade abaixo de 7 anos. Os “*insights*” que Millie tivera sobre o estudo do grafite, aliados ao apoio que recebeu de algumas pessoas no MIT, que apostaram em um projeto arriscado e nada óbvio naquele que

era o momento da física da matéria condensada, foram o alicerce para estruturar sua brilhante carreira, além de uma grande vantagem, como veremos adiante, para torná-la uma das líderes mundiais da física dos nanomateriais carbonosos, recebendo o título de rainha do carbono.

A escolha pela investigação do grafite foi muito fortuita, apesar de que o novo campo de magneto-ótica em que ela estava entrando era completamente desacreditado por muitos dos cientistas. Os primeiros experimentos foram bastante desmotivadores. A guinada aconteceu quando Millie teve acesso a amostras sintéticas de grafite pirolítico altamente orientado (HOPG). Millie obteve informações de que esse novo material tinha sido sintetizado no Imperial College em Londres e de que um pesquisador chamado Russell J. Diefendorf, do laboratório de pesquisa da companhia General Electric, também estava sintetizando esse material. Ele gentilmente atendeu ao pedido de Millie e forneceu uma amostra, que era grande e pura o suficiente para realizar experimentos de magneto-ótica. Após obter os espectros de alta qualidade e com o conhecimento profundo da simetria do grafite, Millie descreveu a estrutura eletrônica desse material com acurácia muito superior àquela observada na literatura disponível referente a esse material. Esses resultados pioneiros estabeleceram os fundamentos que até hoje são amplamente utilizados para o entendimento da física dos nanotubos de carbono e grafeno, áreas de fronteira na física da matéria condensada.

Na década de 70, foi a vez dos compostos de intercalação do grafite e das fibras de carbono. Millie e seus colaboradores deram grandes contribuições para o estudo dos compostos de intercalação de grafite, tendo seus artigos de revisão e livros sobre o tema se tornado referências na área até hoje. Os estudos de magneto-ótica nos compostos de intercalação revelaram que a estrutura eletrônica das camadas de grafite era apenas levemente perturbada pela introdução das espécies intercalantes. Esses trabalhos marcaram o início da corrida para manipular o grafite na direção de obter sistemas com poucas camadas, ou, até mesmo, uma única camada, o grafeno. Atualmente, o conhecimento adquirido com as técnicas de intercalação possibilitou com sucesso a obtenção em larga escala de bicamadas de grafeno. Tendo como base os dados de espalhamento Raman, os trabalhos realizados ao longo de

quase duas décadas em colaboração com muitos estudantes de doutorado possibilitaram a elaboração de modelos para os mecanismos de intercalação, bem como a realização de estudos pioneiros de magnetismo e supercondutividade em baixa dimensionalidade.

Muitos dos estudos de transporte que não foram possíveis de realizar com os compostos de intercalação de grafite puderam ser realizados com sucesso com as recém-descobertas fibras de carbono, material que foi desenvolvido pelo Prof. Morinobu Endo (Japão), amigo e colaborador de Millie desde o início dos anos 80 até os dias atuais. O livro de Millie e colaboradores sobre fibras de carbono é uma obra de referência na área.

Outra contribuição importante do grupo de Dresselhaus foi o estudo de implantação iônica em grafite, objetivando introduzir de forma controlada os defeitos na rede cristalina. O uso de defeitos na engenharia das propriedades físicas dos nanomateriais de carbono é atualmente um tema de grande interesse e os trabalhos de Millie realizados há décadas continuam servindo como base para os estudos atuais.

3 Nanociência do carbono

O conhecimento, respeito e projeção internacional que Millie obtivera com as contribuições seminais relativas ao grafite, aos compostos de intercalação e fibras de carbono permitiram que ela sempre estivesse na gênese das novas áreas que foram surgindo na ciência do carbono, e o primeiro exemplo está relacionado com a descoberta dos fulerenos. Foi com os estudos com *laser* para reparar os defeitos introduzidos no grafite devido à implantação iônica que Millie deu os primeiros passos na direção dos nanomateriais de carbono. Os resultados observados no carbono líquido, este obtido com *laser* de alta potência irradiando o grafite, foram reveladores e levaram a duas conclusões: i) o carbono líquido era metálico, um assunto muito debatido na comunidade; ii) a superfície irradiada com *laser* emitia *clusters* de carbono contendo em torno de 100 átomos. Por conta dessas descobertas, Millie visitou em 1983 os laboratórios da EXXON, altamente especializados em *clusters* de carbono na época, e os seus resultados estimularam o

desenvolvimento de um espectrômetro de massa capaz de medir *clusters* com mais de 30 átomos. Os pesquisadores da EXXON mediram esses *clusters* e observaram que eles tinham um número par de átomos. O pico mais intenso, contendo 60 átomos de carbono, foi logo depois interpretado por Kroto, Curl, e Smalley em um outro experimento como sendo o fulereno C_{60} . Após esse marco na nanociência do carbono, Millie em colaboração com Gene e Peter Eklund deram muitas contribuições para o estudo dos fulerenos, principalmente em relação ao uso da espectroscopia vibracional para caracterizar esse novo alótropo do carbono, tanto da forma molecular quanto da cristalina.

Após alguns anos de estudos envolvendo fulerenos, Millie deu uma palestra na Filadélfia em 1991 sugerindo a possibilidade da existência dos nanotubos, sendo estes concebidos como fulerenos alongados. Nesse mesmo ano, Sumio Iijima publicou um artigo na *Nature* em que identificava os nanotubos de carbono de muitas camadas, denominados na época de microtubos. No ano seguinte, 1992, em colaboração com Riichiro Saito (atualmente na Tohoku University), foi desenvolvida uma teoria – elegante e simples – baseada na estrutura eletrônica do grafite cuja previsão era de que um nanotubo de carbono de parede simples poderia ser metálico ou semicondutor dependendo de sua simetria ou quiralidade. Essa previsão foi confirmada de forma direta somente em 1998, através de experimentos de microscopia e espectroscopia de tunelamento em Harvard, realizados pelo grupo do Prof. Charles Lieber, em Havard.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias para a preparação de nanotubos de carbono individualizados e com a explosão do grafeno a partir de 2004, Millie liderou vários estudos de espectroscopia Raman ressonante voltados para esses nanomateriais, levando a uma descrição detalhada dos fônons, dos elétrons e da interação elétron-fônon dos materiais em nanoescala. Em reconhecimento a esses estudos, Millie foi agraciada com o Prêmio Kavli de Nanociência em 2012, merecendo o destaque porque foi a primeira vez na história do prêmio que um pesquisador foi agraciado sozinho.

4 Termoeletricidade

Uma outra contribuição científica de destaque de Millie Dresselhaus é o entendimento sobre o fluxo de energia térmica em nanoescala nos materiais classificados como termoelétricos. Esses materiais possuem a propriedade de converter energia térmica em um sinal elétrico ou utilizar energia elétrica para resfriar o material. Os materiais possuem condutividade térmica e elétrica intrinsecamente ligadas entre si naturalmente impondo limites de eficiência para um termoelétrico. Millie em colaboração com Hicks publicaram em 1993 um artigo seminal que abriu uma nova área de pesquisa pela demonstração de que estruturas de baixa dimensionalidade podem aumentar de forma dramática a *performance* dos refrigeradores termoelétricos. Essa descoberta possibilitou o desenvolvimento de uma nova geração de refrigeradores termoelétricos e novas maneiras de aproveitar a energia dissipada na forma de calor.

5 Paixão por ciência e música

A paixão pela música é uma marca de Millie Dresselhaus, e, de fato, a música contribuiu para a vida científica de Millie em momentos cruciais, inclusive na decisão de escolher a física como carreira, já que matemática era sua grande paixão. O subúrbio de Nova York oferecia pouco estímulo cultural e intelectual. Por sorte, seu irmão mais velho tinha um grande talento musical, e alguém achou que Millie também o teria, concedendo a ela uma bolsa para estudar violino ainda na fase pré-escolar. O talento para a música abriu portas para Millie conhecer famílias de classe média de Nova York que valorizavam a educação, e foram as relações pessoais construídas através da música que possibilitaram a Millie o acesso à informação sobre como participar de exames de seleção para boas escolas. Dentre as excelentes escolas públicas, somente o Hunter College tinha vagas para garotas. Millie foi bem-sucedida em conseguir uma das vagas e destacou-se no College, ganhando todas as honrarias possíveis de ser concedidas a um estudante. Mesmo destacando-se como uma estudante brilhante, ela encontrou dificuldades

quando manifestou interesse em seguir a carreira científica, sendo constantemente aconselhada por alguns professores a mudar sua opção, visto que ela teria melhores oportunidades como professora de colégio, secretária ou enfermeira, carreiras que para ela não eram atrativas. Millie tinha entusiasmo muito grande pela ciência para aceitar que deveria seguir o que a maioria das mulheres seguia naquela época.

No início do nível médio, não era claro para Millie que carreira seguir, até porque as opções de carreira para mulheres eram bastante limitadas. Com seu autodidatismo, facilmente se destacou em matemática, e era comum terminar logo nas primeiras semanas do semestre letivo todo o conteúdo, resolvendo todos os problemas que seriam trabalhados naquele semestre. A paixão pela física veio quando Millie teve aulas de física moderna com uma professora bastante especial, Rosalyn Yalow, que na época lecionava no Hunter College, porque, em razão da condição feminina, não tinha conseguido um trabalho melhor. Rosalyn Yalow viria a ser, no futuro, a primeira mulher americana laureada com o Prêmio Nobel de Medicina (1977) pelo desenvolvimento das técnicas de análise radioimunológicas. Rosalyn Yalow sempre acompanhou e prestigiou a carreira de Millie, fato este muito bem ilustrado pelo seu comparecimento, mesmo em condições de mobilidade comprometidas, a bordo de uma cadeira de rodas, a uma palestra de Millie no Hunter College em 1998.

John A. Tuder



Millie's ad hoc quintet in concert, late November 1970. Physics graduate students seated with Millie are (from left): Bernd Neumann, Stephen D. Umans, Andrew C. Goldstein and Alan J. Grodzinsky.

Millie Dresselhaus tocando violino com os estudantes de física do MIT em novembro de 1970. Da esquerda para direita: Bernd Neumann, Stephen D. Umans, Andrew C. Goldstein e Alan J. Grodzinsky.

Millie já tinha recebido uma bolsa para estudar matemática em um projeto relacionado ao desenvolvimento dos primeiros computadores, mas um anúncio de uma bolsa Fullbright para estudar física no Cavendish Laboratory, em Cambridge, fez Millie mudar de matemática para física. A oportunidade de estudar fora também estimulou Millie a pleitear a bolsa, pois até então ela nunca tinha saído de Nova York. Após ganhar a bolsa da Fundação Fullbrighth, Millie estudou física em Cambridge por um ano; e, estimulada por Rosalyn Yalow, dedicou-se à pesquisa e concluiu sua formação realizando o doutorado na Universidade de Chicago.

Ainda durante o trabalho no MIT Lincoln Lab, Millie conheceu o Prof. Von Hippel, cientista sênior e líder na área de pesquisa em que Millie estava trabalhando. Von Hippel era apaixonado por música e dava suporte a um grupo musical do Departamento de Engenharia Elétrica. Sabendo do talento musical de Millie, Von Hippel convidou-a para fazer parte do quinteto e, por causa dessa afinidade, ficaram amigos. Talvez isso tenha tido alguma influência no convite feito a Millie no ano 1967 pelo Departamento de Engenharia Elétrica para ocupar a posição de professor visitante. Mantendo intensa atividade de pesquisa e ensino, esta última substituindo os professores quando estavam viajando, Millie rapidamente tornou-se professora efetiva do Departamento de Engenharia Elétrica em 1973. Na época, o Departamento de Física tinha como foco a física de altas energias, e apenas John Slater estava interessado em cálculos de estrutura de bandas. Em 1983, Millie passou a também fazer parte do corpo docente do Departamento de Física do MIT.

6 Aproveitando e criando oportunidades para mulheres na ciência

Millie por ser mulher muitas vezes foi desencorajada a construir carreira científica. Durante sua passagem por Cornell, Millie ouviu do chefe do laboratório que “uma mulher nunca poderia ser professora de um estudante de engenharia”. Estimulada pela obtenção de uma bolsa de pós-doc aprovada pela National Science Foundation (NSF) em 1960 e pelo nascimento de um novo filho, ela decidiu, juntamente com seu marido, que era hora de seguir novos caminhos, e foram para o MIT,

lugar onde Millie nunca foi discriminada por sua condição de mulher, muito pelo contrário, lá ela encontrou espaço para exercer sua liderança científica e de articulação em benefício das mulheres. Além disso, o MIT era um dos dois lugares que não limitavam a contratação de um casal, uma consideração importante para o jovem casal Millie e Gene.

Millie iniciou as atividades relativas às questões de gênero quando ela veio ao MIT como professora visitante em 1967, com bolsa Abby Rockefeller Mauze. Durante esse período, Emily Wick, que era professora no MIT e uma espécie de pró-reitora de assuntos estudantis para mulheres, convidou Millie para ser mentora de estudantes mulheres do MIT, cujo percentual na época era de apenas 4%. Millie tinha a exata noção das dificuldades que as mulheres enfrentavam e dedicou-se bastante a identificar as razões pelas quais a população de estudantes mulheres no MIT era tão pequena. As exigências para o ingresso de mulheres eram maiores que para o de homens e uma das razões apontadas para esse fato era a pouca disponibilidade de alojamento para mulheres, cenário que foi mudado consideravelmente após a construção de duas torres graças à doação feita por Katherine Dexter McCormick, uma egressa do MIT. Outra dificuldade imposta às mulheres era o fato de que, historicamente, elas tinham rendimento acadêmico inferior ao dos homens. O contato permanente de Millie com as estudantes levou-a a concluir que este rendimento inferior não era consequência das diferenças intelectuais, era sim relacionado com o assédio, a discriminação e o conseqüente isolamento. A atividade intensa de Millie nesse aspecto gerou um movimento entre os professores do MIT para que as exigências de ingresso fossem iguais para homens e mulheres, e essa política foi adotada no final da década de 60. Essa ação foi responsável por dobrar a população de estudantes mulheres.

Tudo parecia ir bem nessa direção, quando ocorreu a extinção da pró-reitoria de assuntos estudantis para mulheres, no início dos anos 70, um fato que parecia sinalizar um possível retrocesso. Preocupada com o cenário, Millie e sua colega Sheila Widnall, uma jovem professora da Engenharia Aeronáutica, organizaram um congresso para discutir a situação das estudantes mulheres no MIT. Era esperado algo em torno de 30 mulheres, mas a omissão da palavra “estudantes” no

anúncio levou ao comparecimento de mais de 200 mulheres, que representavam todos os segmentos do instituto, indo desde estudantes até professores. Nascia naquele momento um fórum importante e que se mantém até hoje no MIT. Millie participou ativamente das atividades do fórum, no primeiro ano, que tinha como foco a promoção do *status* das mulheres em todos os segmentos da instituição. A consolidação do fórum e a intensa atividade de pesquisa fizeram com que Millie voltasse a atuar com foco na orientação de estudantes do sexo feminino e professoras nas áreas de ciências e engenharia.

Millie conduziu, com a colaboração de uma líder estudantil, Paula Stone, um relatório que descrevia em profundidade o cenário do MIT na questão de gênero, com uma série de recomendações visando a estabelecer bases igualitárias para homens e mulheres no MIT; recomendações essas que foram muito bem aceitas pela comunidade e pela administração, e a maioria delas, rapidamente implementada. A atuação de Millie nessa área foi logo reconhecida, e um *grant* recebido em 1973 da Fundação Carnegie para encorajar e orientar estudantes mulheres, nos campos dominados tradicionalmente pelos homens, foi muito importante. No mesmo ano, Millie recebeu do MIT a cátedra “Abby Rockefeller Mauze scholarship of women in science and engineering”, ocupando essa posição até 1985, quando foi promovida a *Institute Professor*. As ações lideradas por Millie foram reconhecidas pela administração do MIT e vários presidentes apoiaram as recomendações fazendo com que a população de estudantes mulheres no MIT aumentasse por uma ordem de magnitude, passando a ocupar 40% do total de estudantes, percentual que continua até hoje. O aumento do número de estudantes mulheres estimulou o MIT a adotar políticas para também aumentar o número de mulheres no quadro de professores e pesquisadores.

A atuação de Millie nas questões de gênero no MIT rapidamente ganhou projeção nacional e várias instituições adotaram medidas em favor de igualar, para homens e mulheres, as condições de trabalho e oportunidades de carreira científica. Em todos os cargos ocupados por Millie ao longo de sua carreira, esse aspecto esteve sempre relacionado à sua atuação. Após seu mandato como presidente da Sociedade

Americana de Física, Millie coordenou várias comissões nacionais encarregadas de estimular e dar suporte às mulheres nas áreas de física e engenharia. Os estudos e relatórios gerados são até hoje usados como referências para políticas e ações nesse setor.

7 Influenciando gerações de cientistas brasileiros

O contato de Millie com os cientistas brasileiros iniciou no final da década de 60, quando o ex-ministro de Ciência e Tecnologia Prof. Sergio M. Rezende fez curso com Millie no MIT. A convite do Prof. Rogério Cerqueira Leite, Millie foi a Campinas para ministrar palestras/aulas em tópicos avançados de estado sólido para o corpo docente do recém-instalado Instituto de Física. No entanto, foi em 1997 que uma intensa e produtiva colaboração científica teve início com o período sabático de Marcos Pimenta (UFMG) e o pós-doutorado de Paola Corio (USP), que realizaram, respectivamente, estudos de espectroscopia Raman ressonante e espectroscopia Raman intensificada por efeito de superfície em amostras puras e na forma de feixes de nanotubos de carbono de parede simples, recém-preparadas pelo grupo do Prof. Richard Smalley na Rice University. Foi a partir de então que o fluxo de pós-docs e estudantes de doutorado em estágio sanduíche de diferentes instituições do Brasil para o MIT aumentou. No final de 1999, Ado Jorio (UFMG) foi trabalhar no grupo de Millie como pós-doc por dois anos. Nesse período, ocorreram grandes avanços no entendimento das propriedades eletrônicas e óticas dos nanotubos de carbono em decorrência da realização dos experimentos pioneiros de espectroscopia Raman em nanotubos isolados. Tive a oportunidade de colaborar para parte desses avanços quando da minha estada de um ano, entre 2000 e 2001, como estudante de Doutorado sanduíche. Foram meses de muita excitação e descobertas, tendo em vista que um novo campo de pesquisa tinha sido descortinado. Vários estudantes e pesquisadores brasileiros tiveram a oportunidade de trabalhar no grupo de Millie no MIT: Adelina P. Santos (CDTN), Eduardo B. Barros (UFC), Luiz Gustavo Cançado (UFMG), Gustavo M. Nascimento (UFABC), Paulo A. T. Araújo

(University of Alabama), Daniela Mafra (MIT), Jenaina Soares (UFG) e Alexandre R. Paschoal (UFC).



Simpósio de aniversário dos 80 anos de Millie Dresselhaus no MIT em dezembro de 2010. Da esquerda para a direita: Mauricio Terrones, Ado Jório, Gene Dresselhaus, Millie Dresselhaus, Antonio Gomes de Souza Filho, Marcos A. Pimenta.



Visita de Millie Dresselhaus ao Departamento de Física da UFC (maio de 2013). Uma das atividades preferidas de Millie, nos muitos lugares que visita, é conversar com estudantes.

8 Considerações finais

Millie é uma cientista brilhante, mas, acima de tudo, um ser humano incrível, e como professora e orientadora, singular. No meu tempo de estudante de doutorado, sempre que batia na porta da sua sala, ela estava disponível, e, por trás de pilhas de papel e livros na sua mesa, aparecia Millie, que com voz e sorriso característicos pronunciava um convidativo e acolhedor “*hi there*”; mesmo estando sempre

com uma quantidade enorme de estudos, artigos, *reports* e cartas de recomendação para revisar. De todos os estudantes e pós-docs de Millie, sempre escutei relato similar. A atenção e dedicação de Millie ao trabalho de pesquisa dos estudantes e pós-docs são impressionantes, esses sempre colocados como prioridade.

O compromisso e o zelo com a instituição que a acolheu e propiciou um ambiente favorável para o desenvolvimento de sua vitoriosa carreira é outro ponto marcante em Millie que merece destaque. Millie doou o valor monetário (um milhão de dólares) recebido do Prêmio Kavli para um fundo de pesquisa do MIT. Uma frase que Millie pronunciou em várias ocasiões e que resume sua paixão pela ciência e satisfação com seus legados ao longo de uma carreira singular: “Se eu tivesse de fazer tudo de novo, eu faria exatamente da mesma maneira”.

Agradecimentos

O autor agradece especialmente a Millie S. Dresselhaus por vários e-mails trocados durante a elaboração deste capítulo.

Referências

DRESSELHAUS, G., in *Out of the Shadows: Contributions of Twentieth-Century Women to Physics*; Editors: Nina Byers, Gary Williams, 2010.

PARTE II

Mulheres Pioneiras na Física Brasileira

Sonja Ashauer¹ (1923-1948)

Maria Amélia M. Dantes
Walkiria C.F.Chassot

Em 28 de novembro de 1948, o caderno “Ciência para Todos”, editado aos domingos pelo jornal carioca *A Manhã*, publicou a matéria “Sonja Ashauer”, sobre a repercussão no meio científico brasileiro da morte desta “notável física brasileira de 25 anos”. O texto trata brevemente da trajetória da jovem física, desde os tempos de aluna do curso de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, até seu doutorado pela Universidade de Cambridge, em fevereiro de 1948, com tese orientada por Paul Dirac. Informa ainda que, retornando ao Brasil, Sonja “adoeceu repentinamente, vindo a falecer após 4 dias de enfermidade”.²

Sonja Ashauer foi a primeira brasileira que se doutorou em Física; ela fez parte da primeira geração de cientistas formados em faculdades de filosofia no país. Na mesma página em que aparece a notícia de sua morte, foram publicadas matérias sobre dois físicos seus contemporâneos, José Leite Lopes e Cesar Lattes, também formados nestas faculdades, respectivamente, na Universidade do Rio de Janeiro e na Universidade de São Paulo. Estas instituições, além de terem se destacado como centros formadores de pesquisadores nas várias áreas do conhecimento, abriram novas possibilidades profissionais para

1 Registramos nossos agradecimentos aos seguintes interlocutores e colaboradores do IFUSP: Professores Ernst W. Hamburger e Silvio Roberto Salinas; Mariana Vilar, estagiária do Acervo Histórico; Madalena Zeitum e Paula Mondini, da Assistência Acadêmica. Também agradecemos a Cristiane Alves de Sousa, do IPT; e Nils Ashauer, irmão de Sonja, pela disponibilização de fotos guardadas pela família.

2 Ciência para todos. Suplemento de divulgação científica de *A Manhã*. Rio de Janeiro: 28/11/48. Sobre este caderno e seu papel na difusão das ciências no Brasil, v. ESTEVES, MASSARANI & MOREIRA, 2006.

as mulheres brasileiras. Para os padrões da época, um número significativo das que aí se formaram tornaram-se intelectuais e cientistas renomadas.

Neste artigo, vamos analisar os primeiros anos da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, com ênfase na atuação da Seção de Ciências Físicas, onde, sob a direção do professor Gleb Wataghin, se formaram pesquisadores e professores, e foram implantadas atividades de pesquisa em Física Teórica e Experimental. Nesse contexto, destacaremos a atuação de Sonja Ashauer, como aluna e pesquisadora, em temas de ponta da Física Teórica dos anos 1930 e 1940.

1 A FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DA USP E NOVAS POSSIBILIDADES DE ATUAÇÃO EM FÍSICA

A graduação de nível superior em física - como entendemos hoje, com cursos para professores e pesquisadores - é recente no Brasil, tendo sido implantada nos anos 1930, com a criação das primeiras universidades e suas faculdades de filosofia. Até então, o ensino superior de matemática e física era realizado nas escolas de engenharia. (AZEVEDO, 1955; DANTEs, 2001, 2006)

A ampliação e diversificação do ensino superior no Brasil, nos anos 1930, foi parte das transformações sociais que ocorriam, com o desenvolvimento de grandes centros urbanos e a crescente demanda por instituições que formassem – tanto nos níveis primário e médio, como no superior – novos contingentes de jovens para o mercado de trabalho. As reformas educacionais implementadas foram fortemente influenciadas pelos debates liderados pela Associação Brasileira de Educação nos anos 1920, os quais defendiam a criação de universidades e sua integração ao sistema escolar a ser implantado no país. Em 1931, pelo decreto Francisco de Campos, o governo Vargas estabeleceu as normas que deveriam ser seguidas pelas instituições universitárias do país. Além de afirmar que as universidades deveriam ter como objetivo a formação profissional e o estímulo à pesquisa científica, determinava que deveriam conter em sua estrutura, além das escolas profissionais, uma faculdade de educação, ciências e letras. (BRASIL, 1931)

Seguindo as normas federais, a Universidade de São Paulo foi criada pelo governo paulista, em 25 de janeiro de 1934, como uma instituição de ensino e pesquisa que, além de integrar as antigas escolas profissionais (medicina, engenharia, direito, farmácia e odontologia, medicina veterinária e agronomia), contava com uma Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), concebida como sede das, então chamadas, “ciências desinteressadas” e centro formador de professores e pesquisadores. (SÃO PAULO, 1934)

A FFCL da USP, como o nome indica, era formada por três seções: filosofia; ciências – com as subseções de ciências matemáticas, físicas, químicas, naturais, geografia e história, ciências sociais e políticas –; e letras, com letras clássicas e português, e letras estrangeiras. Sua concepção era, assim, de uma instituição que procurava abarcar as várias áreas do conhecimento humano. Além disso, segundo discursos da época, buscava implantar “uma renovação dos métodos de trabalho científico” no país. A ruptura com as antigas instituições de ensino também é mencionada no depoimento de um dos mais renomados intelectuais formados nas primeiras turmas da FFCL da USP, Antonio Cândido de Mello e Souza, quando diz que a nova faculdade seria o lugar “da matemática desligada da engenharia; da ciência política, desligada da produção jurídica; da teoria literária, desligada da análise gramatical”. (FFCL-USP, 1934-35; SOUZA, 1981-1984)

Foram contratados, para as várias seções da faculdade, professores de Portugal, França, Itália e Alemanha. Para a área da Matemática foi contratado Luigi Fantappiè, da Universidade de Bolonha, e para a Física, Gleb Wataghin, então professor da Academia Real de Artilharia de Turim e da Universidade de Roma. Vários dos professores contratados permaneceram no Brasil por muitos anos, sendo responsáveis pela formação de uma geração de intelectuais e pesquisadores brasileiros e pela implantação de novas linhas de pesquisa nas áreas científicas e nas humanidades. (FFCL-USP, Anuários; PETITJEAN, 1996; SCHWARTZMANN, 1979; FERRI; MOTOYAMA, 1979-1981)

Apesar do empenho dos organizadores na formação de um corpo docente de excelência para a nova faculdade, o primeiro exame vestibular mostrou que a proposta de uma instituição que formasse

professores e pesquisadores não atraía tanto os jovens quanto as escolas profissionais. Para ampliar o corpo discente, a universidade permitiu o comissionamento de professores primários do estado e implementou a distribuição de bolsas. O comissionamento de professores deu uma outra característica ao corpo discente da Faculdade de Filosofia: o número relativamente expressivo de mulheres. Segundo F. Limongi, enquanto, na Faculdade de Direito, as mulheres correspondiam a aproximadamente 2% dos formandos, nos primeiros anos da nova faculdade foram mais de 40%. Esta maior presença feminina também ocorreu na Faculdade de Filosofia da Universidade do Rio de Janeiro, o que tem levado estudiosos a destacar o papel desempenhado por estas faculdades como espaços privilegiados de educação e profissionalização feminina no país, inclusive nos cursos de ciências, uma inovação institucional em relação ao que ocorria nas escolas profissionais tradicionais. Assim consideram que estas faculdades contribuíram, entre outras coisas, para a ampliação do ingresso de mulheres na carreira científica e para uma conseqüente transformação do campo científico brasileiro. (LIMONGI, 1989; AZEVEDO; FERREIRA, 2006; FERREIRA et alii, 2008)

2 GLEB WATAGHIN E A FÍSICA EM SÃO PAULO

Para a subseção de Ciências Físicas da FFCL foi contratado na Itália o físico – nascido russo mas naturalizado italiano – Gleb Wataghin (1899-1986), que permaneceu na USP de 1934 a 1949. Foi Wataghin que coordenou as atividades da Física nos primeiros anos mas, a partir de 1937, contou com a participação de outro físico italiano bastante experiente, Giuseppe Occhialini (1907-1993)³, que permaneceu na USP até 1942. Wataghin e Occhialini foram os principais responsáveis pela orientação da primeira geração de físicos formados na USP.

3 Occhialini era físico experimental de renome, tendo participado da equipe de Blackett, na Inglaterra, que detetou o pósitron em 1932. Há registros de que, com o fortalecimento do fascismo na Itália, Occhialini, que era opositor, ficou sem condições de permanecer na Itália, aceitando o convite de Wataghin para vir trabalhar no Brasil.

Segundo Wataghin, foi o físico Enrico Fermi que o indicou para o cargo. Na época, Wataghin estava iniciando sua carreira de docente universitário e era muito ativo, participando de reuniões científicas, debates e mantendo contatos com alguns dos mais importantes físicos da Europa. Conforme mostra seu currículo, havia obtido, em 1929, o primeiro prêmio do concurso internacional promovido pela Academia Pontifícia dei Nuovi Lincei, com trabalho sobre a Teoria Quântica. E, em 1933, com prêmio concedido pela Academia da Itália, viajou para a Inglaterra, Alemanha e Dinamarca, onde trabalhou nos institutos dirigidos por Lord Rutherford, P.A.M.Dirac, W.Heisenberg e N.Bohr, com os quais continuou mantendo laços profissionais e de amizade. Seu currículo também apresenta uma lista de 57 textos publicados até 1933, em revistas italianas e de outros países. (FFCL DA USP, 1934-35; WATAGHIN, 1975)

Foi após muita indecisão – apesar das vantagens financeiras oferecidas – que Wataghin veio para o Brasil. Receoso de ficar isolado do mundo científico, colocou como condição para a sua vinda a possibilidade de realizar viagens regulares à Europa para manter contatos com os físicos conhecidos e participar de eventos. Foi o que realmente fez com regularidade, a não ser na época da guerra, que impossibilitou suas viagens. (WATAGHIN, 1975)

Nos primeiros anos, as várias seções da faculdade funcionavam em locais diferentes. As seções de Física e Matemática foram instaladas inicialmente em salas da Escola Politécnica. Para as várias atividades, a Física contou com uma sala no terceiro andar do prédio da escola, na Rua Três Rios, no bairro da Luz, onde ocorriam todas as atividades: aulas, experimentos, trabalhos de oficina, biblioteca. Os depoimentos de Marcello Damy de Souza Santos e Mario Schenberg, alunos das primeiras turmas da FFCL e que já participavam das atividades da Física nesses anos, enfatizam as condições modestas do trabalho, além do número pequeno de alunos. A Física funcionou aí até 1938, quando mudou para uma casa alugada nas proximidades, na Avenida Tiradentes. (FFCL DA USP, 1934-1935; SCHENBERG, 1978; SANTOS, 1977)

O curso de Física, desde os primeiros anos, teve poucos alunos inscritos: em 1934, 10; em 1935, 5; em 1936, 3; em 1937, 2; e, em 1938,

também 2. Vários destes inscritos eram alunos da Escola Politécnica e tiveram contato, nas aulas de graduação, com Fantappié e Wataghin⁴. Assim, alguns deles acabaram passando para a Faculdade de Filosofia e fizeram carreira em matemática e física. Foi o caso de Marcello Damy de Souza Santos, Mario Schenberg, Paulus Pompeia e Cândido Lima da Silva Dias.

Os currículos de matemática e física eram idênticos para os dois primeiros anos, só se diferenciando no terceiro. Para se graduar, os alunos tinham de cursar três anos de matérias específicas e, com mais um ano de didática, podiam receber a licença para ensino secundário.⁵ (FFCL DA USP, 1934-35)

Desde os primeiros anos, Wataghin atraiu estudantes talentosos para trabalhar como seus assistentes. Marcello Damy, primeiro físico formado na USP, em 1936, nesse mesmo ano foi contratado como assistente. Mario Schenberg, ainda aluno do curso de matemática começou a dar seminários e aulas de exercícios nos cursos de física, sendo contratado como assistente em 1937. Foram também assistentes até 1949: Yolande Monteux, primeira física formada na USP, em 1937, assistente de 1941 a 1943; Paulus Pompeia, de 1939 a 1947; Abrahão de Moraes, de 1939 a 1943; Walter Schutzer, de 1939 a 1943; Sonja Ashauer, graduada em 1942, assistente de 1944 a 1948; Cesar Lattes, de 1944 a 1945, entre outros. (FFCL DA USP, ANUÁRIO, 1937-38; 1939-49).

Atraindo estes alunos para sua equipe, Wataghin começava então a formar novos pesquisadores. Uma marca de sua orientação foi introduzir os jovens estudantes nas teorias e temas candentes da física, bem como procurar integrá-los à comunidade científica internacional. Assim, ao mesmo tempo que, com viagens periódicas ao exterior,

4 Com a criação da USP, nos primeiros anos, Fantappié e Wataghin eram responsáveis pelas aulas de matemática e física para alunos da FFCL e da Escola Politécnica.

5 Em 1934, as matérias do currículo de física eram: no primeiro ano, Geometria Analítica e Projetiva, Análise Matemática (I), Física Geral e Experimental (I) e Cálculo Vetorial; no segundo ano, Análise Matemática (II), Física Geral e Experimental (II) e Mecânica Racional. O terceiro ano de física tinha as disciplinas: Análise Matemática (III), Física Geral e Experimental (III) e Teorias Físicas e História da Física. Era nesta disciplina que eram ensinados elementos de física moderna: estrutura da matéria, teoria da relatividade e mecânica quântica. O terceiro ano de matemática continha: Análise Matemática (III), Geometria e História da Matemática. (FFCL DA USP, Anuário, 1934-35).

manteve seus contatos, convidou físicos reconhecidos a vir ao Brasil⁶ e enviou seus alunos para estágios de especialização no exterior. Em seu depoimento afirma que, assim, “os formou ajudado por grandes físicos de toda a Europa”. Esta orientação foi marcante na área da Física Teórica. Mario Schenberg, ainda estudante, começou a ser introduzido nas principais referências da área e a publicar alguns estudos⁷. Como veremos, Sonja Ashauer também foi logo enviada, por Wataghin, para especialização no exterior.

Apesar de teórico, Wataghin implantou também na USP atividades experimentais. Em seu depoimento afirma que, pelo seu contrato, tinha de montar um laboratório e que escolheu a área de pesquisas em raios cósmicos por gostar dela, por ser então muito valorizada internacionalmente, além de ser de baixo custo. Os trabalhos foram orientados para a observação dos raios cósmicos em diferentes altitudes – em regiões montanhosas, em aviões e balões, mas também em locais subterrâneos, como minas – visando a detecção de um fenômeno que Wataghin havia previsto alguns anos antes, os “chuveiros penetrantes”⁸. Com estes trabalhos conseguiu, em alguns anos, projetar internacionalmente a seção de Física da USP. Nesta linha, contou com a atuação de Occhialini, experimentalista conhecido internacionalmente, e também com a de alguns de seus primeiros alunos e assistentes, com destaque para Marcello Damy, Paulus Pompeia e Yolande Monteux. Com inovações implementadas por Marcello Damy em contadores Geiger, Wataghin e seu grupo observaram pela primeira vez em nível mundial os “chuveiros penetrantes”. Em 1940, foram publicados, nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* e em revistas internacionais como

6 Em 1937, veio ao Brasil, a convite de Wataghin, Lévi-Civita, que deu palestra na USP sobre Teoria da Relatividade e também visitou o Rio de Janeiro. Em 1939, George Gamow, que apresentou seminários sobre Astrofísica; e, em 1941, Arthur Compton e sua equipe, para seminários e trabalhos conjuntos sobre raios cósmicos.

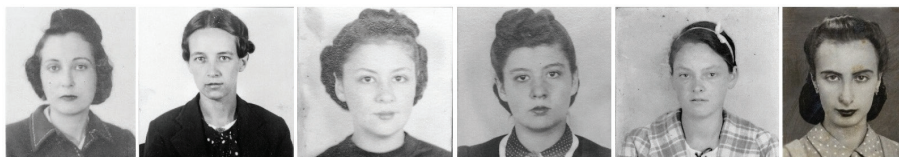
7 Schenberg ganhou renome com os trabalhos que realizou em Astrofísica, com George Gamow e Chandrasekhar, sobre o Efeito Úrca (HAMBURGER, A.I., 2009, 2013; WATAGHIN, 1977; FFCL, Anuários 1937-38, 1939-1949).

8 “chuveiros penetrantes”, ou “showers penetrantes”: fenômeno resultante do choque de raios cósmicos – partículas de alta energia – com átomos da atmosfera terrestre, com produção simultânea de partículas secundárias, espalhadas em várias direções.

a *Physical Review*, os primeiros artigos com estas observações, o que difundiu o trabalho que vinha sendo realizado pelo grupo.⁹

3 SONJA ASHAUER (9/4/1923 – 21/8/1948)

Na década inicial da FFCL da USP, as turmas de formandos em Física eram pequenas. Como vimos, em 1936, havia apenas um físico entre os formandos: Marcello Damy de Souza Santos. No ano seguinte, formaram-se João Augusto Breves Filho – como Damy também egresso da Escola Politécnica, da qual se tornou Professor Emérito em 1966 – e Yolande Anna Esther Monteux, a primeira mulher formada em Física pela FFCL, e também em Matemática, neste caso ao lado de Maria Izabel Arruda de Camargo.



Entre 1934 e 1944, houve nove turmas de Física com, no total, 24 formados, sendo seis mulheres. Acima a imagem de cada uma delas, por ordem de entrada na FFCL: Yolande Monteux, Zillah Barreto de Mesquita, Maria Heloisa Fagundes Gomes, Maria Izabel Fagundes Gomes, Sonja Ashauer e Elza Furtado Gomide.

Como vimos, a FFCL oferecia oportunidade às mulheres, não só de um curso superior, mas abria chances de carreiras, fosse a especialização e o crescimento dentro da docência de curso primário e

9 Em 1941, um novo passo foi dado para a consolidação do grupo da USP, com a visita de equipe norte-americana liderada por Arthur Compton, que realizou trabalhos conjuntos, no interior de São Paulo, para captação de raios cósmicos na estratosfera, com uso de balões. Em agosto desse mesmo ano, a equipe paulista participou, com os norte-americanos e pesquisadores de outros países, do Simpósio Internacional de Raios Cósmicos organizado no Rio de Janeiro pela Academia Brasileira de Ciências, de 4 a 8 de agosto. É bom lembrar que nesta linha de pesquisa se situam os trabalhos depois desenvolvidos por Cesar Lattes, Occhialini e Powell que levaram à descoberta do méson pi em 1947 (FFCL-USP, Anuários 1937-38 e 1939-1949; ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 1943; WATAGHIN, 1975; DAMY, 1977).

secundário, fosse a carreira científica como iniciaram Yolande e Sonja, e como construiu, na Matemática, Elza Gomide.

Sonja Ashauer nasceu em abril de 1923 e era filha dos imigrantes alemães Walter e Herta Ashauer. Segundo o testemunho de seu irmão, Nils Ashauer, sempre foi estimulada aos estudos e incentivada para descobertas. Prestou vestibular logo após concluir o curso secundário no Ginásio de São Paulo, tendo sido aprovada em exame realizado entre fevereiro e março de 1940. Ainda não havia completado 17 anos quando fez sua matrícula na Seção de Física da FFCL¹⁰.

Até Sonja Ashauer colar grau como bacharel em dezembro de 1942 e como licenciada em janeiro de 1944, poucos alunos se destacaram tanto no aproveitamento do curso quanto na pesquisa, como mostram depoimentos de professores e colegas. Concluiu o bacharelado em Física causando boa impressão em seus professores, como expressa Marcello Damy: “Ela sempre se distinguiu como uma das melhores estudantes na Faculdade e mostra um grande entendimento dos problemas da Física”¹¹. O histórico escolar primoroso comprova essa declaração e, se comparado ao de outros alunos, evidencia a excelência.

No início de 1944, terminou a licenciatura e foi contratada como primeira assistente da Cadeira de Física Teórica e Física Matemática, de Gleb Wataghin, cargo que manteve até sua morte em 1948. Como assistente, participou das pesquisas com Wataghin sobre vários problemas de mecânica quântica, em especial, em estatísticas de núcleos e partículas elementares em temperaturas extremamente altas.¹²

10 Sobre a educação de Sonja Ashauer: Nils Ashauer em entrevista de 18/1/2006, citada em RODRIGUES, Lígia M.C.S. e PEREIRA DE MELO, Hildete.s/d

Escola fundada em 1894, primeira a oferecer curso secundário em São Paulo, tornou-se referência nacional. Teve seu nome e localização mudados várias vezes: Colégio do Estado da Capital (1943), Colégio Presidente Roosevelt (1946), entre outros. Muitos cientistas e outros profissionais vieram também dessa escola. Foram seus contemporâneos Roberto Salmeron – engenheiro e físico experimental ligado à criação da Universidade de Brasília e à Organização Europeia para a Investigação Nuclear (CERN) –, e Hélio Bicudo, advogado, procurador de Justiça aposentado de São Paulo e político ligado à defesa dos direitos humanos.

11 Certificado elaborado por Marcello Damy enquanto diretor do Departamento de Física (1943).

12 Declaração de Gleb Wataghin para o British Council, 18 mar. 1946.

Teve trabalho publicado nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, apresentado por Mario Schenberg. Segundo o professor Silvio Salinas, do IFUSP, nesse artigo são realizados cálculos na linha da “teoria das perturbações” do livro clássico de Walter Heitler, *Quantum Theory of Radiation*, publicado em 1936, muito utilizado na época”. No texto, Sonja calcula o coeficiente de absorção de radiação para o efeito fotoelétrico, com desenvolvimento matemático de dois estudos de caso, fóton absorvido por um elétron ligado – ou não – a um núcleo. Ainda segundo Salinas, “o texto é bem escrito, mas parece um exercício de escola”. A publicação desse artigo mostra que, em 1944, Sonja já tinha um certo domínio conceitual e instrumental e que, sob orientação de Wataghin, dava seus primeiros passos na pesquisa de temas atuais da física teórica. Isso vem ao encontro de depoimentos de ex-alunos registrando que Wataghin apresentava a eles as teorias, temas e métodos da física contemporânea e os incentivava a realizar e publicar pequenos estudos. (ASHAUER, S., 1944; WATAGHIN, 1977; SCHENBERG, 1977)

Em 1945, recebeu uma bolsa do British Council para estudar na Universidade de Cambridge sob a supervisão de Paul Dirac, Nobel de Física em 1933. Em relatório de 1949, Wataghin cita que ela também trabalhou com Nicholas Kemmer, Nobel em 1944. O fato de ter sido aceita reafirma o respeito por Wataghin nos meios científicos internacionais e a confiança que ele tinha nas possibilidades de sua aluna. (FFCL DA USP, 1939-49, p. 565)

A relação entre Sonja Ashauer e Gleb Wataghin é mostrada na correspondência – guardada no Acervo Histórico do IFUSP – trocada entre os dois, a qual evidencia a amizade e o respeito que tinham um pelo outro. Na primeira carta, escrita a 17 de março de 1945, isso está explicitado na desenvoltura do relato do ambiente na Inglaterra, que não estava como ele havia antecipado porque, mesmo sendo o período final da Segunda Guerra, muitos cientistas estavam fora a serviço do governo (Cockroft, Kemmer, Bhabha etc.). Diz que, além dos colóquios de Dirac e A.H. Wilson, as palestras oferecidas não acrescentavam (“dreadful”). Expressa uma primeira impressão de Dirac que, como veremos, não encontra muita coincidência com a de outros ex-alunos, pois para Sonja “Dirac é um excelente supervisor, muito acessível e disposto a

ajudar, muito paciente”. O problema proposto a ela foi o “da extensão da definição de ondas longitudinais e transversais por meio de uma direção selecionada sobre (ao invés de dentro) o cone de luz”¹³.

A partir dessa carta podemos, recorrendo a alguns testemunhos de contemporâneos, nos aproximar do cenário em que viveu e das dificuldades que essa garota, de pouco mais de 20 anos, teve de superar chegando à Inglaterra, quando a Segunda Guerra estava nos estertores. Helge Kragh, em *“Paul Dirac: the purest soul in an atomic age”*, conta que, entre 1945 e 1952, passaram pela supervisão de Dirac, por longos e curtos períodos, Dennis Sciama, Subrahmaniyan Shanmugadhasan, Christie Eliezer, Richard Eden, Harish-Chandra, R.J.N. Philips, H.J.D. Cole e Sonja Ashauer. Desses ex-alunos, Harish-Chandra lembra dela e de Subrahmaniyan Shanmugadhasan (Srilanka). Em seu depoimento sobre a convivência com Dirac, relata que, quando chegou em Cambridge, as coisas estavam longe do normal e a Universidade estava quase deserta, como Sonja dissera a Wataghin. (KRAGH, H., 2003; HARISH-CHANDRA, 1987)

Sonja Ashauer, recém-chegada, ainda mudaria de opinião quanto a Dirac como supervisor. Outros testemunhos expressam certo consenso quanto a palestras sucintas, falta de interação, dúvidas que eram respondidas da mesma maneira que foram expostas. Dirac não demonstrava interesse pelos alunos, esperando que trabalhassem sozinhos – como Sonja comentaria em carta futura –; inclusive, isso levou muitos a procurar outros orientadores. Harish-Chandra diz que Dirac era muito gentil, mas indiferente, e que as palestras repetiam os livros, motivo pelo qual resolveu vê-lo só eventualmente. Já Shanmugadhasan diz que, apesar de não pedir nenhuma leitura relevante ou dar opinião sobre a pesquisa e nem sempre ler os estudos que mandava publicar, ainda assim, Dirac era o melhor supervisor que se poderia ter.

Apesar da preponderância de homens na Física de Cambridge, foi durante o mandato de Dirac como professor lucasiano¹⁴, entre 1932

13 “He is putting me to work on the problem of on extension of the definition on longitudinal and transverse waves by means of selected direction on (insted of in) the light-cone”.

14 Lucasiano é uma cátedra de Matemática na Universidade de Cambridge, criada por Henry Lucas em 1663.

e 1969, que aconteceram algumas mudanças importantes em relação às mulheres, segundo Helge Kragh. É interessante ressaltar que mulheres nem sequer eram aceitas em Cambridge até meados do século XIX, quando passaram a ter direito de cursar o bacharelado. Mais uma situação difícil apresentada a Sonja Ashauer, pois, quando começou suas pesquisas na Inglaterra, essa regra ainda era válida. Após a Guerra, em 1948, mulheres conquistaram o acesso a todos os títulos, portanto, seu doutoramento foi um dos primeiros concedidos em Cambridge a uma mulher.

Em outra carta, de 9 de agosto de 1945, relata sua viagem à Irlanda para assistir ao congresso realizado na Escola de Física Teórica de Dublin. Afirma que o apoio do governo gerou um clima agradável e um excelente tratamento e entende a presença de Éamon De Valera – professor de matemática, grande líder das lutas de independência e presidente da Irlanda de 1932 a 1948 e de 1957 a 1959 – como significativa da importância do evento. De forma resumida, aborda o assunto das palestras de Dirac, Born, Peng e outros cientistas. Reporta sua conversa com Jánossy, que não só citara as pesquisas de Wataghin como pedira a ela que providenciasse separatas. O que mais impressiona nessa carta é como, laconicamente, ela se refere à queda da primeira bomba, em Hiroshima, Japão, ocorrida havia três dias: “Acaba de sair a notícia da bomba atômica – quais as possibilidades e quais são os verdadeiros pais?” É a expressão do direcionamento da jovem cientista.

Mais de um ano e meio se passa até a carta seguinte, em 27 de março de 1947. Desta vez aponta problemas em relação à orientação de Dirac, que havia acabado de voltar dos Estados Unidos e se preparava para ir novamente a Princeton, por um ano. Constata que o fato de ter ficado sob supervisão de pessoas sem interesse específico no trabalho desenvolvido por ela acabou gerando dificuldades, por não se sentir em condições de abrir mão de orientação. Além de enfrentar os transtornos gerados por um inverno terrível, havia a pressão para definir o foco principal de sua pesquisa. A esse relato cheio de insatisfação, Wataghin responde com muita compreensão, em 8 de maio. Conta de sua pesquisa, ainda trabalhando com problemas astrofísicos, e fala de um problema teórico sobre a influência de estados excitados dos

núcleos (“*the influence of the excited states of nuclei*”), que ela talvez gostasse de analisar. Mesmo não podendo ajudá-la a definir o tema para a tese, ele a tranquiliza dizendo que poderia voltar quando quisesse, o cargo de 2ª assistente continuava garantido, e que o importante era a pesquisa valer a pena, não o título.

Com outro ânimo e de forma bastante direta, em 26 de junho de 1947, Sonja diz que voltará ao Brasil em dezembro, pois terá tempo para concluir seu trabalho. Na prática, atrasa em alguns meses sua volta e retorna com a pesquisa finalizada, a tese *Problems on electrons and electromagnetic radiation* defendida em fevereiro de 1948, o diploma de PhD em Cambridge, e três trabalhos publicados no *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* e no *Proceedings Royal Society*, comunicados por Dirac. (ASHAUER, S., 1947, 1948, 1949)

Segundo Salinas, são textos “muito bem escritos e interessantes, apesar de se referirem a problemas suscitados pela formulação de Dirac”, e focalizam um tema “importantíssimo naquela época... a radiação de um elétron em movimento, resolvido por ele relativisticamente”. Nos três textos, Sonja trabalha na sequência dos estudos de Dirac, “explorando soluções possíveis... para condições especiais”. Como a de um elétron livre de campo externo ou a de um elétron em um campo pulsante (pulso eletromagnético de pequena duração). Ainda segundo Salinas, “esses trabalhos parecem relacionados à tese de doutoramento que ela defendeu em Cambridge e, pelo menos em parte, devem ter sido sugeridos pelo próprio Dirac”. Assim, ainda não se tratava de uma produção independente.

Finalizando, observamos que dois comentários são constantes nos depoimentos sobre Sonja Ashauer, o reconhecimento de sua extrema competência para a Física e sua morte prematura e repentina. Em relatório de 14 de setembro de 1948, Wataghin expressa sua admiração: “A segunda assistente Sonja Ashauer, recém-falecida, distinguiu-se pelos importantes trabalhos em física teórica na Universidade de Cambridge que lhe valeram o título de PhD e a eleição como fellow da Cambridge Philosophical Society”. (FFCL da USP, 1939-49, p. 565)

Antes dela, em 1945, José Leite Lopes havia defendido o doutorado, em Princeton, com tese orientada por Pauli e Jauch. Sonja Ashauer foi a primeira mulher brasileira a conquistar, em Física, um título internacional desse nível. O fato de ser membro da Cambridge Philosophical Society – que dependia de processo iniciado com a indicação feita por algum membro eleito há mais de três anos, conhecedor do trabalho profissional do candidato que, se aprovado, era submetido à eleição do Conselho – mostra que conquistou algum respeito de seus pares.

Muitos de seus contemporâneos citam Sonja Ashauer e ressaltam seu grande potencial. Em diversos depoimentos, José Leite Lopes fala de sua amizade por Sonja: “Em São Paulo, quando fui, em 1943, estudava nos cursos avançados de Wataghin e Schenberg. Comigo estavam Cesar Lattes e Walter Schützer. Havia uma física muito interessante, chamava-se Sonja Ashauer. Até faço um parêntese, é preciso que não se esqueça Sonja Ashauer. Era uma física de tipo alemão, germânico, mas simpática. Saía, às vezes, para ir ao cinema com ela em São Paulo – a minha vida de estudante era uma vida de solidão, porque a sociedade paulista, em relação a Rio e a Recife, é fechada... Sonja Ashauer era uma estudante de nosso grupo. Foi para a Inglaterra trabalhar com Dirac, um dos maiores nomes da Física Teórica, trabalhou com ele, voltou. [...] Morreu mocinha, tendo publicado alguns trabalhos nos Anais”. (LEITE LOPES, J., 1977)

Como consequência da Guerra e da bomba atômica, a ciência despertava cada vez mais interesse no mundo, e no Brasil em particular, devido à detecção do méson pi – realizada no mesmo mês de fevereiro em que Sonja Ashauer conquistava seu PhD – por Cesar Lattes, seu colega de turma na FFCL. Há certa ironia no fato de a mesma página que traz a notícia de sua morte aos 25 anos destacar a posse de seu amigo José Leite Lopes como catedrático de Física Teórica e Superior na Faculdade Nacional do Rio de Janeiro e dar sequência à matéria de capa, na qual o festejado retorno do grande físico brasileiro Cesar Lattes era anunciado para o mês seguinte. Impossível dizer como seria se não tivesse falecido tão cedo, mas é possível afirmar que por sua curta trajetória, por seu histórico e por seus artigos era uma física em gestação. Por isso, a frase de Dirac, que conclui a nota do suplemento “Ciência

para Todos” citado no começo deste artigo, é sintetizadora: “ela era sempre muito industriosa e aguda em seu trabalho, e fez úteis contribuições à ciência, que sobreviverão em seus trabalhos publicados”.



Sentados: Jánossy, Born, Brown, Dirac, De Valera, Conway, Schrödinger, Mc. Connell, Heitler.

1ª fileira: Hackett, Colthrust, H.Samara (Arábia), Sheila Power, Sonja Ashauer (Brasil), Peng (China), Rev. Mc. Connell, Tunotty, Mostyn, Mac Grianna.

2ª fileira: Walsh, Shanmughadhasan (Índia), Ditchloun, O'Brien, Fahy.

3ª fileira: Power, Gormley, Wheeler, Nevin, ?, Pelzer, Mac Donnell, Mautner, ?.

Foto do Congresso em Dublin em 1945. Identificação dos participantes feita por Sonja Ashauer.

Nils Ashauer – Acervo familiar

Fontes e Bibliografia

FONTES MANUSCRITAS

Documentos funcionais de Sonja Ashauer, Acervo Seção Pessoal, FFLCH-USP.

Prontuário da graduação de Yolande Monteux, Zillah Barreto de Mesquita, Maria Heloisa Fagundes Gomes, Maria Izabel Fagundes Gomes, Sonja Ashauer e Elza Furtado Gomide. Acervo da Assistência Acadêmica do IFUSP -USP.

Prontuário funcional do IPT de Yolande Monteux.

Correspondência Sonja Ashauer - Gleb Wataghin, e outros documentos do Acervo Histórico, IFUSP.

FONTES IMPRESSAS

a) Textos de Sonja Ashauer

ASHAUER, Sonja. Sobre a Teoria Quântica do Coeficiente de Absorção. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* XVI, (1944), Rio de Janeiro, 245-254.

ASHAUER, Sonja. On the self-accelerating electron. *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*. 43, Issue 04, Cambridge Philosophical Society (October 1947), 506-510.

ASHAUER, Sonja. A Generalization of the Method of Separating Longitudinal and Transverse Waves in Electrodynamics. *Proc. R. Soc. Lond. A*. 194, 1037 (1948), 206-217.

ASHAUER, Sonja. On the classical equations of motion of radiating electrons. *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 45 Issue 03, Cambridge Philosophical Society, (July 1949), 463-475. Este último artigo foi publicado postumamente e faz referência ao seu falecimento.

b) Outras fontes impressas:

FFCL da USP - *Anuários da FFCL da Universidade de São Paulo*. Volumes: 1934-1935; 1936; 1937-1938; 1939-1949.

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. Anais do “*Symposium sobre Raios Cósmicos*”. Rio de Janeiro - Agosto 4-8, 1941. Publicado pela Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, Brasil, em 1943.

Ciência para todos. Suplemento de divulgação científica de “A Manhã”. Rio de Janeiro: 28/11/48. (http://memoria.bn.br/pdf/085782/per085782_1948_00009.pdf)

Diário Oficial do Estado de São Paulo:

<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/5600642/pg-29-poder-executivo-parte-1-diario-oficial-do-estado-de-sao-paulo-dosp-de-11-10-1960>

<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/4019659/pg-18-diario-oficial-diario-oficial-do-estado-de-sao-paulo-dosp-de-03-08-1940>

<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/4068912/pg-11-diario-oficial-diario-oficial-do-estado-de-sao-paulo-dosp-de-05-11-1937/pdfView>

DEPOIMENTOS

Depoimentos CPDOC/FGV

- WATAGHIN, Gleb. *Gleb Wataghin* (depoimento, 1975). Rio de Janeiro, CPDOC, Acervo Digital, 2010.

- SCHENBERG, Mário. *Mário Schenberg* (depoimento, 1978). Rio de Janeiro, CPDOC, Acervo Digital, 2010.

- SANTOS, Marcello Damy de Souza. *Marcello Damy de Souza Santos* (depoimento, 1977). Rio de Janeiro, CPDOC, Acervo Digital, 2010.

- LOPES, José Leite. *José Leite Lopes* (depoimento, 1977). Rio de Janeiro, CPDOC, 2010.

Outros depoimentos

- SOUZA, Antonio Cândido de Mello e. Depoimento. *Língua e Literatura*. Número Comemorativo do Cinquentenário da USP. S. Paulo, 10-13, (1981-84), 115-120.

LEGISLAÇÃO

- BRASIL, Decreto 19851 de 11/4/1931, estabelece as normas para o ensino universitário no país (Decreto Francisco Campos).
- SÃO PAULO, Decreto 6283 de 25/1/1934, cria a Universidade de São Paulo.
- SÃO PAULO, Decreto 12511 de 21/1/1942, reorganiza a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, da Universidade de São Paulo e cria o grau de doutor em ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, N.; FERREIRA, L.O. Modernização, políticas públicas e sistema de gênero no Brasil: educação e profissionalização feminina entre as décadas de 1920 e 1940, *Cadernos Pagu*, 27, (2006), 213-254.

AZEVEDO, F. (Org.). *As Ciências no Brasil*, 2 vols., Ed. Melhoramentos, São Paulo, 1955.

DANTES, M.A.M. (Org.). *Espaços da Ciência no Brasil. 1800-1930*, Ed. Fiocruz, Rio de Janeiro, 2001.

DANTES, M.A.M. As ciências na história brasileira, *Ciência e Cultura*, 57, 1, (2005), 26-29.

ESTEVES, B.; MASSARANI, L.; MOREIRA, I.C. *Ciência para Todos* e a divulgação científica na imprensa brasileira entre 1948 e 1953, *Revista da SBHC*, 4, 1, (2006), 62-85.

FERREIRA, L.O.; AZEVEDO, N.; GUEDES, M.; CORTES, B. Institucionalização das ciências, sistema de gênero e produção científica no Brasil (1939-1969), *Manguinhos- História, Ciências, Saúde*, Rio de Janeiro, 15, suplemento, jun. 2008, 43-71.

FERRI, M.G.; MOTOYAMA, S. (Eds.). *História das Ciências no Brasil*, 3 vols., EDUSP/EPU/CNPQ, 1979/1981.

HAMBURGER, A. I. (Coord.)

- Catálogo da exposição “O Instituto de Física reflete suas origens”. 1996.

- Catálogo da exposição “Os Cinquenta Anos do Méson π ”. 1998.

- *Obras Científicas de Mario Schönberg: Professor Emérito da IFUSP*, 2 vols., S. Paulo: EDUSP: 2009 e 2013.

HARISH-CHANDRA. My Association with Professor Dirac. In: KURSUNOGLU, Behram N. & WIGNER, Eugen Paul (Eds.). *Paul Adrien Maurice Dirac: Reminiscences about a Great Physicist*. p. 34.

http://books.google.com.br/books?id=1Pg7t9a_AX4C&pg=PA34&lpg=PA34&dq=ashauer+harish&source=bl&ots=hZAokDOsGa&sig=imc1oFA3SnOg0_TxfQOD1Zppn6c&hl=ptBR&sa=X&ei=i_PvUtyTOMilsQTgloCYBg&ved=0CDEQ6AEwAQ#v=onepage&q=ashauer%20harish&f=false

KRAGH, Helge. Paul Dirac: the purest soul in an atomic age. In: KNOX, Kevin C. (Org.). *From Newton to Hawking: a history of Cambridge University's Lucasian Professors of Mathematics*, Cambridge University Press, (2003), p. 403.

http://books.google.com.br/books?id=QGX_rAeia4kC&pg=PR21&lpg=PR21&q=fromnewton+to+hawking&source=bl&ots=hQXYkwOKpT&sig=u6OUDYAFzKSk9Yhe8uTcWakIHjI&hl=pt-BR&sa=X&ei=1rrvUomEJ9W_sQSxsoGwBw&ved=0CCGkQ6AEwCA#v=onepage&q=Ashauer&f=false

LIMONGI, F. Mentores e clientelas da Universidade de São Paulo. In: MICELI, S. (Org.). *História das Ciências Sociais no Brasil*, 1ª vol., IDESP/ Vértice/ Ed. Revista dos Tribunais, São Paulo, 1989, 111-187.

PETITJEAN P. As missões universitárias francesas na criação da Universidade de São Paulo (1934-1940). In: HAMBURGER, A. I.; DANTEs, M.A.M.; PATY, M.; PETITJEAN, P. (Eds.). *A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950)*, EDUSP/FAPESP, São Paulo, 1996, 259-330.

RODRIGUES, Ligia M.C.S. e PEREIRA DE MELO, Hildete. Sonja Ashauer. Pioneiras da Ciência do Brasil. CNPq

<http://www.cnpq.br/web/guest/pioneiras-view//journal_content/56_INSTANCE_a6MO/10157/902653>

SANTOS, Arnaldo Aragão. *Elza Furtado Gomide e a participação feminina no desenvolvimento da Matemática brasileira no século XX*. Mestrado em História da Ciência. PUC-SP: 2010. http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/cp153485.pdf

SCHWARTZMANN, S. *Formação da comunidade científica no Brasil*, Companhia Ed. Nacional, S. Paulo, 1979.

Homenagem à Professora Elisa Frota-Pessôa¹

Received on 27 November, 2003

Durante o XXIV Encontro Nacional de Física de Partículas e Campos foi realizada uma homenagem aos 80 anos da Professora Elisa Frota-Pessôa, por suas contribuições pioneiras à física experimental de partículas no Brasil. Nessa ocasião, sua obra científica e seu empenho na formação de pesquisadores brasileiros foram objeto de discursos dos professores Carlos Alberto Lima, Sérgio Joffily e Roberto Salmeron.

Homenagem do Professor Carlos Alberto da Silva Lima à Professora Elisa Frota-Pessôa

Carlos Alberto da Silva Lima

Universidade Estadual de Campinas - Campinas - SP

1 A importância de ser Elisa

Elisa, para mim, é uma pessoa singular. Professora, pesquisadora, amiga e conselheira, conheço-a há mais de 41 anos, ou seja há tanto tempo quanto faz desde minha primeira real introdução, por suas mãos, a um dos templos da ciência brasileira, na época em que iniciei meu curso de Física: a gloriosa Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi), de Tiomno, Lattes, Leite Lopes e Elisa, entre outros luminaries da Universidade do Brasil, que tive a honra de ter como meus professores, exceto o Lattes que já não estava ali quando cheguei, mas que reencontrei, vários anos depois, já como meu colega na Unicamp. Portanto, meus amigos, se em algum momento meu discurso claudicar, ou minha voz embargar, venceu-me a profunda emoção que experimento neste momento. Sei, também, que muitos amigos de longa data, alguns deles presentes aqui mesmo nesta sala, agora, e outros,

¹ Artigo gentilmente cedido para reprodução pelo Brazilian Journal of Physics.

muitos outros, distribuídos pelo Brasil afora, estão, ou estariam, se aqui presentes, vivendo a mesma emoção, o mesmo momento de entrega, de carinho e de homenagens à nossa inesquecível “Professora Elisa”. São muitas as razões que despertam sentimentos tão profundos e tão duradouros como esses que aqui descrevo. No caso dos ex-alunos de Elisa para com ela, este sentimento de profunda reverência nasce do reconhecimento da legitimidade com que a intitulamos Professora de Física. Poucos são aqueles que merecem tal título, no cenário científico brasileiro atual. Seus muitos amigos, e colegas físicos e matemáticos, da nova e das precedentes gerações, aqui presentes, igualmente a destacam por isso. Professores (os de fato) são entes mágicos! Donos de um talento inato, reúnem qualidades extraordinárias: a capacitação para uma comunicação fácil, direta e eficiente com seus alunos, à capacidade rara de estimular-lhes a criatividade, a preocupação com o seu bem estar físico e o desejo de que sejam expostos, enquanto aprendizes da ciência, ao conhecimento científico em suas múltiplas facetas, teóricas e experimentais, tudo isto envolto pelo manto da ética científica e a importância de que identifiquem, por seus próprios meios, a relevância da ética para a ciência e a responsabilidade social que os cientistas devem observar no desenvolvimento de seus trabalhos. No entanto, tão ou mais importante que tudo isso, no meu entendimento, destaca-se no professor sua capacidade em plasmar em seus alunos o desejo de se tornarem multiplicadores do conhecimento científico, tanto na geração como na sua difusão, tornando-se novos professores, sem o que a Ciência, eventualmente, sucumbiria. Este é o retrato vivo e fiel do talento pessoal de Elisa, de sua importância para nós, de sua obra maravilhosa, da singularidade dela ser quem é, da importância de ser Elisa!

2 O desafio de enfrentar e destacar-se “numa profissão de homens”

Foi na FNFi, duas décadas antes de lá chegarmos, que Elisa realizou o sonho de ser Física, acalantado desde o ginásio, do qual nunca se apartou, mesmo quando sua família se opusera, pois aquela era “uma profissão de homens”. A FNFi sucedeu à Universidade do Distrito Federal (UDF), fundada no Governo de Pedro Ernesto, sob a liderança do

indomável espírito de Anísio Teixeira e tendo as Ciências como carro-chefe sob a direção do inesquecível Luiz Freire, Contribuíram para fortalecer seu pendor pela ciência o contato com grandes professores seus no ginásio: Antonio Houaiss, Raimundo Paesler, Alcides Caldas e Oswaldo Frota-Pessôa, que veio ser seu primeiro marido, e com quem teve dois filhos: Sonia Frota-Pessoa, hoje uma talentosa física, hoje professora e pesquisadora aposentada do IFUSP, já ela mesma tendo formado sua própria Escola e Roberto Frota-Pessoa, um renomado médico, com exercício profissional no Rio de Janeiro. Fechada em 1939, sob a acusação de agasalhar atividades subversivas, a UDF antecipou, em vinte e cinco anos, o que se passaria na Universidade de Brasília, fundada logo após a inauguração da nova capital, criação de Darci Ribeiro e do mesmo Anísio Teixeira. Para lá foram, a partir de 1964, numa saga sem precedentes, Roberto Salmeron, Jayme Tiomno, Fernando e Suzana de Sousa Barros e é claro, a indômita Elisa Frota-Pessôa, então já esposa de Jayme Tiomno. Elisa iria para a UDF por recomendação de Plínio Sussekind Rocha, seu ex-professor no ginásio, que reconhecendo suas habilidades assegurou-lhe “Nada de Engenharia, você vai fazer Física”. Com o fechamento da UDF Elisa fez exame para a FNFfi, em 1940 sendo a única aprovada para o curso de Física. Ali teve o contato com mestres memoráveis como José Abdelhay, Henrique Fialho e Costa Ribeiro, vindo a ser convidada, junto com Jayme Tiomno, para ser Assistente deste último, um convite muito honroso, premiando seu destaque como aluna. Ali começava, brilhantemente, sua carreira, com um trabalho envolvendo dosagem de minerais radiativos. Sua amostra, oriunda de algumas que Costa Ribeiro obtivera do Laboratório de Produção Mineral (LPM), no Rio, cuidadosamente examinada, revelou uma atividade acima de qualquer outra citada na literatura e imediatamente decidiu-se publicar os resultados. Foi procurar a identificação da rocha no LPM e para sua angústia a ficha do mineral havia sido perdida. Em que pese não poder fazer pública externa, ali ficou o registro do encontro de uma amostra altamente radioativa. Ali, também, começava sua saga científica, abrindo caminho para outras mulheres que logo vieram, nos anos seguintes, como sua querida amiga e colaboradora, Neusa Margem. Foi assim que Elisa, ao demonstrar-se uma talentosa Física

Experimental, a primeira no país, quebrou definitivamente, o tabu da Física no Brasil, principalmente a Física Experimental, ser “uma profissão de homens”.

3 Ensino e Pesquisa: o binômio imprescindível para formar uma escola

Desde aluna da FNF*i*, Elisa já reclamava da inexistência de Laboratórios para o trabalho experimental na Faculdade. Este reconhecimento da necessidade desta simbiose aula teórica+aula experimental era uma obsessão, para ela. Não podia ela compreender o ensino da Física Básica sem que os alunos sentissem o desafio pessoal (único e insubstituível) de realizar experimentos para estudar o comportamento fenomenológico dos materiais sob diversas condições experimentais e inferir leis físicas a partir do estudo detalhado dos resultados. Como nossa Professora (turma de Física Geral e Experimental I a IV, com início em 1962), e já membro da equipe científica do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Elisa contornou a dificuldade de classes experimentais levando-nos para fazer experiências nos Laboratórios de Ensino que Tiomno fez instalar no CBPF, aos quais nos anos seguintes, para nossa alegria e enriquecimento como futuros físicos, o Horacio Macedo, em estreita cooperação e permanente incentivo e apoio da Elisa, fazia suplementar nosso conhecimento experimental, no prédio do “Centrinho” mantido pelo CBPF, onde, voluntariamente, os alunos mais destacados (todos, no caso dos alunos da Elisa) da Física da FNF*i*, recebiam problemas experimentais e, autonomamente, buscavam soluções para os mesmos, exercitando ao limite sua criatividade e engenhosidade experimental. Ali, lembro-me nitidamente, éramos levados a conjugar nossa compreensão dos princípios fundamentais da Física que discutíamos em classe (nossas aulas com Elisa eram sempre verdadeiros fóruns de discussão) com a interpretação de dados experimentais para gerar uma análise crítica do fenômeno físico que estivessemos estudando. Este binômio “aula teórica” / “trabalho experimental” era a base do ensino da Física para Elisa, bem distanciado do ensino livresco, tomista, insípido e despido totalmente da emoção

da descoberta, portanto uma metodologia aniquiladora da criatividade e da curiosidade, irmãs siamesas da descoberta científica. Neste binômio, impulsionado à exaustão em sua estratégia de ensino universitário, Elisa vivia seus melhores momentos como professora e como cientista, pois formava Escola. De fato, qualquer aluno (como os dela) que aprendeu por este método, jamais aceitaria ensinar senão por ele. Assim, criava-se uma Escola de Física e Elisa certamente teve a sua, hoje espalhada por seus alunos e alunos dos seus alunos por todo este nosso Brasil, onde os Físicos (os formados pela Elisa, principalmente), ocupando hoje papéis destacados no cenário de Ciência e Tecnologia no nosso país, continuam levando avante a sua Escola, explorando o inseparável binômio de Ensino-Pesquisa.

4 Garimpando talentos: os alunos da Elisa

A história pessoal de Elisa, sua saga para impor-se, e fazê-lo brilhantemente, no meio de talentosos físicos como os de sua geração, é exemplar para todos nós, pois mostra a importância que tem, para que ocorra esse reconhecimento, que sejam criadas as oportunidades para que um talento aflore e que haja alguém atento para identificá-lo e criar as condições para sua lapidação. As turmas de Elisa na FNF*i*, alternavam-se a cada ano com a de um outro professor. De fato, uma vez iniciando o curso de Física no ano X com Elisa, outra turma só a teria como professora no ano X+2, pois ela levava seus alunos, durante dois anos, através de todo o ensinamento de Física Básica (Mecânica, Eletricidade, Ótica, Calor e Acústica e Elementos de Física Moderna). Elisa os recebia com inaudita satisfação. No primeiro dia de aula incentivava o reconhecimento mútuo entre todos e a aula era sempre uma “palestra” sobre a Física, qual sua importância no mundo moderno, qual a responsabilidade social do cientista. Uma rápida pincelada sobre o programa para os próximos dois anos, sua metodologia de ensino e avaliação, a importância de que todos nos compreendêssemos, desde o primeiro dia de aula, de que ela estava ali para ajudar-nos a “aprender a aprender”, e que portanto nada resultaria de positivo para nós se não nos conscientizássemos que éramos os principais responsáveis

por nosso aprendizado, que os exercícios e os experimentos laboratoriais eram cruciais para nosso desenvolvimento e, portanto, para o processo de nossa avaliação. A primeira aula era sempre UMA AULA MAGISTRAL! Isto colocava desde o início um pano de fundo onde a capacidade individual e o esforço pessoal de cada um passava a assumir um papel fundamental. As provas de avaliação eram preparadas com muito cuidado. Não raro podiam ensejar respostas cuja elaboração poderia fugir ao processamento linear de idéias, de informações derivadas do conteúdo do tema envolvido. Eram plantadas assim mesmo, de propósito (pelo menos eu assim as via, e vibrava com elas) para estimular uma resposta ou um tratamento diferenciado, criativo. Ainda que a resposta numérica pudesse estar errada, contava ponto uma elaboração criativa, pois Elisa poderia usar isto como um indicador de potência, de diferença, de criatividade, uma qualidade pessoal do aluno que poderia sugerir dar-se-lhe uma leitura suplementar, alguns exercícios extras, ou algo equivalente. Começava ali, muitas vezes, um processo de lapidação de um talento, capturado no lançar da rede de Elisa, a mestra de garimpagem de novos talentos para a Física. Mais de 40 jovens cientistas vieram a ser formados, seus mais destacados alunos, hoje lideranças de pesquisa no Brasil e no exterior. Eu e Marcelo viemos do Pará, com o firme propósito de promover a nucleação de um grupo de excelência em Geofísica, em Belém. Sorte nossa chegar em um ano da Elisa. Ela logo se interessou e se solidarizou com a consecução de nosso projeto.

5 Uma carreira de triunfos: a trajetória científica de Elisa Frota-Pessôa

A primeira metade da carreira científica da Elisa (1942-1965) é uma história de sucessos pessoais, mas também de lutas, muitas lutas e seguidas decepções que iam desde o preconceito contra o trabalho da mulher, passando pelo pouco interesse que a ciência despertava nos meios oficiais, nas décadas de 40 e 50 e terminando com o desastre que foi o incêndio da Biblioteca do CBPF que redundou na total destruição de seu recém montado Laboratório de Emulsões Nucleares, que ficava no andar de baixo. Mas, de luta em luta, ia acumulando, também,

pequenas conquistas. Sua história, em muitos momentos, confunde-se com o próprio desenvolvimento da Física no Brasil, ela que foi partícipe de suas primeiras grandes investidas. Em suas próprias palavras: “Comecei com o Costa Ribeiro. Professor no estilo que eu gostava, que dava liberdade aos seus estudantes para criarem. Jayme e eu fomos assistentes dele na FNFi. Desde quando ainda éramos alunos, o Leite Lopes organizou, estimulado pelo Luigi Sobrero, seminários semanais sobre Física Moderna, com adesão do Costa Ribeiro, Oliveira Castro e Bernhard Gross, ao quais Jayme Tiomno, Leopoldo Nachbin, Maurício Peixoto e José Leite Lopes e eu sempre frequentávamos. Consistia basicamente em selecionar artigos recentemente publicados sobre Física Moderna e distribuí-los entre nós mesmos, indicando um do grupo para expô-lo no Seminário. Santiago Dantas, quando Diretor da FNFi, um diretor diferente, que se interessava pelo que os alunos faziam, de vez em quando ia assisti-lo. Com a chegada do Guido Beck e o retorno do Leite que tinha ido fazer o Doutorado em Princeton, os seminários ganharam mais força e conteúdo. Ganhamos bolsa eu e Jayme e fomos para São Paulo com o apoio do Costa Ribeiro. Ali estava o Wataghin, que havia trazido o Damy e o Schemberg para trabalhar com ele. Em S. Paulo trabalhei com o Damy, mas interagia muito com o Wataghin.

Às vezes, tarde da noite, ele aparecia no Laboratório para bater papo, saber o que estávamos fazendo, dar idéas, conversar. Ele tinha um entusiasmo contagiante pela pesquisa. Quando concluí minha bolsa, Wataghin me convidou para ficar lá, mas como já havia sido decidido que o CBPF iria ser criado no Rio, resolvi voltar para lá. Este era um desejo, um sonho, que vinha sendo compartilhado há tempos entre Lattes, Leite Lopes, Jayme Tiomno e eu, entre outros. O Jayme já tinha ido para Princeton doutorar-se e eu iria em breve para a França, o que acabou não acontecendo. Deu-se aí uma frustração: algumas pessoas queriam que o CBPF fosse criado dentro da FNFi, mas a falta de dinheiro e o engessamento das cátedras o impediram. O CBPF acabou criado fora, mas ainda no Rio, com a participação, também, do Nelson Lins e Barros e de seu irmão João Alberto, e teve o apoio da indústria, que fora procurada, por esses dois, a pedido do Lattes, feito quando ele se encontrou com o Nelson, na Califórnia, e falou-lhe na possibilidade

da criação do Centro, sem mais demora. Já com o CBPF instalado, no galpão recém construído, em 1950, eu termino e publico o primeiro trabalho de pesquisa do CBPF: um trabalho meu e da Neusa Margem, uma jovem pesquisadora que eu convidara para trabalhar comigo. Nessa época nasce, também, o Conselho Nacional de Pesquisas, o CNPq, algo que foi fundamental para a continuidade do CBPF. Em 1951 eu casei com Jayme e continuamos a trabalhar na FNFi e no CBPF. Uma de nossas brigas com a direção da FNFi era para levar os alunos para fazer trabalho experimental no Centro.

Apesar das dificuldades, o apoio do Costa Ribeiro, que faleceu em 1960, tinha sido fundamental. Após sua morte ficou tudo ainda mais difícil, mas até 1964 continuamos a levar nossos alunos para o CBPF. Sempre tive pouco interesse em reuniões: acho que o pessoal fala muito e faz pouco. Não gostava de perder tempo com bla, bla, bla. Preferia ficar no Laboratório trabalhando. Passei os anos 1958/59 trabalhando na Inglaterra, no London University College. Foram ótimos. Na minha volta, com a morte do Costa Ribeiro, fui convidada para assumir a Cátedra de Física Geral e Experimental, vaga com a sua morte, mas só com muita relutância e a insistência dos amigos eu concordei em assumi-la, malgrado minha posição contrária à Cátedra como instituição. Foi a época em que tive que conviver com o Eremildo, Diretor da FNFi, com o qual tive muitas brigas. Isso só acabou quando, anos depois, no regime militar, ele me denunciou, ao Jayme e muitos outros, e mais tarde acabamos demitidos pelo AI-5. Minhas brigas com ele eram sempre por melhoria das condições de ensino na Faculdade e concessão de bolsas de estudo para os estudantes. Saímos, eu e o Jayme, com licença da FNFi, em 1965, e fomos para a Universidade de Brasília. Levamos conosco nossos melhores estudantes. Um outro mundo! Professores e alunos irmanados num grande ideal. Ensino e Pesquisa eram vistos como prioridades fundamentais para uma Universidade que nascia com um conceito moderno de carreiras e de ensino e de perspectivas só lidas para o desenvolvimento científico e tecnológico dos países. O que de melhor existia em termos de recursos humanos no Brasil, e entre os brasileiros que viviam no exterior, foi sendo conquistado por Brasília. Montou-se ali o que viria a ser, no futuro imediato, a maior e mais bem equipada

Universidade da América Latina. Foi muito bom, muito entusiasmante, enquanto durou. Desgraçadamente, tal como a UDF, em 1939, também a UnB foi virtualmente fechada quando quase 250 cientistas, artistas, médicos, etc. pediram demissão coletiva em protesto pela demissão, pelo Reitor, sem consulta aos colegiados competentes, por serem supostamente comunistas, de 10 colegas, expoentes em suas respectivas profissões. Acabou, outra vez, porque era vista como subversiva. Saímos do Brasil e fiquei um ano na Itália, em 1967, no Istituto Nazionale per la Fisica Nucleare e Jayme foi para o International Centre of Theoretical Physics, ambos em Trieste. De volta ao Brasil, fui para S. Paulo, onde Jayme resolveu disputar a cátedra de Física Superior. Ele ganhou o concurso e eu fui convidada pelo Ernesto Hamburger, para reorganizar o Laboratório de Espectroscopia Nuclear. Logo, infelizmente, o AI-5 nos alcançava e aposentava compulsoriamente. Fomos para o Rio onde a PUC nos recebeu. Depois fomos para os EUA, em Princeton, por dois anos, até 1972. Quando voltamos, a PUC nos convidou outra vez para trabalhar lá. Jayme aceitou, mas eu não. Não estava querendo mais dar aulas. Estava muito decepcionada. A direção da PUC foi extremamente gentil comigo, deram-me sala e apoio para remontar o Laboratório e continuar minhas pesquisas, paga pelo projeto de pesquisa meu e do Hamburger, na USP, que pagava também meus auxiliares.

Veio então, em 1979, a anistia, e podíamos voltar para as Universidades. Mas, dada a exigência de ter de pedir para voltar, eu não voltei porque me recusei a pedir o reingresso na UFRJ. Jayme, também, com relação a USP. Recusávamo-nos a pedir para reingressar! Voltamos em 1980 ao CBPF onde reimplantei e dirigi, até minha aposentadoria, o Laboratório de Espectroscopia Nuclear do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Em 1992, o CBPF outorgou-me o título de Pesquisador Emérito, após uma carreira científica de 50 anos dedicados à Física.” É importante que sublinhemos que, em que pesem todas essas vicissitudes, a carreira científica de Elisa está marcada por inúmeros trabalhos importantes e pioneiros, realizados enquanto a mesma Elisa com um desvelo sacerdotal, se entregava, concomitantemente à faina de formar seus estudantes, com a melhor qualidade que se poderia oferecer nas melhores escolas por aí afora! Para ressaltar, porém, o

aspecto da Pesquisa Científica, permita-me indicar apenas alguns dos pontos singulares de sua produção científica. Antes de qualquer coisa, é importante que se ressalte, outra vez, ter sido ela a autora do primeiro “paper” publicado pelo CBPF, “Sobre a Desintegração do Meson Pesado Positivo” Elisa Frota-Pessôa e Neusa Margem, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 22, 371 (1950). Este trabalho obteve, pela primeira vez, resultados que poderiam ser considerados significativos para apoiar experimentalmente a teoria “V-A” das interações fracas. Igualmente, coube-lhe a primazia de introduzir, no país, a técnica de emulsões nucleares, orientando e organizando a implantação de vários desses laboratórios e impulsionando sua aplicação em vários campos: Biologia, Dosagem Química, Partículas Elementares, Física Nuclear e Propriedades de Emulsões Nucleares. Na 1st. International Conference for Peaceful Applications of Atomic Energy, em Genebra, 1955, o único trabalho brasileiro selecionado para apresentação e discussão em plenário, foi “A new Radioactive Method for Marking Mosquitoes and its Application, by M.B. Aragão, Elisa Frota-Pessôa, Neusa Margem”. Seu trabalho “Isotropy in $\pi \rightarrow \mu$ decay” Elisa Frota-Pessôa, *Phys. Rev.* 177, 5, 2368 (1969) pôs fim a uma longa e controversa disputa sobre a possibilidade do meson π ter spin não nulo. No trabalho “Detecção de Níveis Fracamente Excitados na Reação $\text{Sn}122(d,p) \text{Sn}123$ ”, por T. Borello, O. Dietzsch, E. Frota-Pessôa E. W. Hamburger e C. Q. Orsini, em *Ciência e Cultura*, 21, (2), 170 (1969) e em *Proceedings of the International Conference on Nuclear States*, Montreal (1969), pag. 250, ela utiliza pela primeira vez sua invenção “Método da Soma”, posteriormente adotada por vários pesquisadores, em trabalhos de Física Nuclear, subsequentemente publicados no país, para detectar níveis e subníveis nucleares fracos. Estes destaques cobrem uma pequena amostragem de um trabalho de fôlego, pioneiro, realizado em tempos onde, se hoje os pesquisadores reclamam de pobres condições para realizar trabalhos experimentais de ponta, imaginem o que passaram aqueles dos anos 50 e 60, tentando fazer Física de Primeiro Mundo em condições de Terceiro. Elisa e seus companheiros o conseguiram. Merecem nossos aplausos!

6 O repouso da guerreira: a alegria e o orgulho do dever cumprido

Elisa recebeu, como dissemos antes, a láurea máxima reservada para professores e pesquisadores de excepcional desempenho, de parte do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, a outorga do título de PESQUISADOR EMÉRITO. Nada mais merecido. Nada mais consentâneo com uma vida inteiramente dedicada ao ensino e a pesquisa em Física, a geração do conhecimento acompanhada pela intensa preocupação de formar novos geradores. E o recebeu, em 1992, precisamente quando eram completados exatos 50 anos desde que concluiu seu Bacharelado em Física, em 1942, iniciando sua brilhante carreira como Física. Em Julho de 2002, um grupo de oito de seus estudantes, que se auto-intitularam “Os Oitos da Elisa”, parte da sua turma de Física de 1962, que são Carlos Alberto da Silva Lima, Mario Novello, Sergio Joffily, José Carlos Valladão de Mattos, Marcelo Gomes, Miguel Armony, Maria Helena Poppe de Figueiredo e Sonia Frota-Pessoa, reuniram-se no Rio de Janeiro, para com ela brindarem e homenagearem-na pelo privilégio de há 40 anos passados, terem se iniciado nos segredos da Física, através de suas mãos. Lembraram a professora dedicada, exigente mas paciente, intensa mas determinada a não deixar ninguém para trás, certa de que tinha nas mãos um precioso grupo de jovens, com os quais não poderia falhar. Como se anteviesse que nenhum deles a decepcionaria, na tarefa de formação de multiplicadores que sempre a motivou, deu-lhes o melhor de si, num arroubo extra de criatividade e dedicação a sua tarefa de educadora. Foi algo que não nos escapou da percepção, certamente, pois lhe retribuímos com igual intensidade, esforçando-nos para estar entre os melhores alunos que ela jamais pudesse ter. Um dia, numa dessas muitas surpresas que ela reservava aos seus alunos, entrou em sala e disse-nos: hoje a aula será dada por um velho e querido amigo, um físico extraordinário, um ser humano como poucos. Meus queridos alunos apresento-lhes (e seu convidado irrompe porta adentro) o Prof. Richard P. Feynman. Ainda absortos no inusitado e inesperado da preciosíssima visita, Feynman sobe ao pódio e inicia uma aula sobre “The Minimum Action Principle”. Foi extasiante confirmar que somente alguém que, como ele, tinha sido e

vinha sendo o responsável pelo desenvolvimento de teses fundamentais sobre os princípios básicos da ciência física, que sublinharam sua concepção sobre a eletrodinâmica quântica, que o elevariam ao pódio dos diferenciados entre os cientistas modernos, poderia entregar em menos de 50 minutos uma visão tão clara e fundamentada de um dos pilares conceituais da Física. Disse-nos, ao terminar, que havia antecipado para nós a aula que dentro de poucos dias entregaria aos seus alunos de Mecânica no Caltech, no curso que estava sendo a primeira apresentação do 10 Volume da série que logo viria a tornar-se famosa em todo o mundo: “The Feynman Lectures in Physics”. Só Elisa poderia proporcionar-nos tal presente! Aqui está você hoje – minha Mestre e Amiga, outra vez contemplando seus muitos alunos, alunos de seus alunos e alunos dos alunos de seus alunos. Esteja certa de que a cadeia não se interromperá jamais pois sua escola está formada! Você pode, justificada e merecidamente, observar esta plêiade de novos cientistas, e de candidatos a novos cientistas, e dizer que seu dever está cumprido, e galhardamente. Desfrute, minha amiga o prazer, reservado a poucos como você, de dizer com absoluta convicção, que contribuiu para o crescimento, hoje exponencial, do número de cientistas ativos em nosso país. O merecido repouso da guerreira, que você é, foi e sempre será, em todos os fronts da ciência é seu agora! Ao lado deste outro ícone da ciência brasileira que é o meu, também, querido Professor, Jayme Tiomno, vocês podem navegar pelas águas tranquilas do sucesso, do dever cumprido, pois ambos ajudaram a forjar esta nação naquilo que ela tem de mais importante, mais precioso e mais indestrutível: sua capacidade científica instalada para a pesquisa científica e tecnológica criativa, independente e soberana.

Parabéns Professora Elisa! Honra ao Mérito!

Discurso do Professor Sérgio Joffily em Homenagem à Professora Elisa Frota-Pessôa

Sérgio Joffily

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Rio de Janeiro – Brasil

Em primeiro lugar quero agradecer a honra do convite que me foi feito pelos organizadores do XXIV-ENFPC, para fazer parte desta homenagem da SBF à Professora Elisa Frota-Pessôa.

Trata-se de uma das pioneiras da Física Brasileira. Docente da Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi) a partir de 1944. Uma das fundadoras do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Professora Titular da Universidade de Brasília em 1965. Trabalhou, também, nas Universidades de São Paulo, Londres, Trieste e na PUC do Rio de Janeiro. Deu especial atenção à formação básica e contribuiu para a Iniciação Científica de vários físicos atualmente em posições de destaque no Brasil e no exterior.

Suas contribuições científicas cobrem vários campos da física. Na internet, ao abrirmos o site da Academia Brasileira de Ciências, em campos de pesquisa de Elisa Frota-Pessôa, lê-se: 1) Estudos de radioatividade com emulsões nucleares. 2) Estudo de reações e desintegrações de mésons K e π em emulsões nucleares. 3) Estudo de reações de próton e dêuterons com núcleos de massas intermediárias. Elisa Frota-Pessôa introduziu a técnica das emulsões nucleares no Brasil, em diferentes áreas da Física: Radiatividade, Física de Partículas, Física Nuclear e ainda, como veremos em seguida, na Biologia e na Química.

Na Biologia, através de um novo método radioativo para marcar mosquitos, em colaboração com Mário Aragão e Neusa Margem, publicado na Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais, em janeiro de 1953, e no trabalho intitulado: “A new radioactive method for markings mosquitoes and its application”, também em colaboração com Mário Aragão e Neusa Margem, sendo este o único trabalho do Brasil selecionado para apresentação em plenário na 1ª conferência sobre aplicações da energia atômica para a paz, em Genebra, em 1955. Na Química, através do trabalho intitulado: “On the Employment of Liquid

Emulsion in the Titration of Uranium from Radioactive Minerals”, em colaboração com F. Brandão, Neusa Margem e Waldyr Perez, publicado nos Anais da Academia Brasileira de Ciências, em 1953, como também nos Proceedings da 1ª conferência sobre as aplicações da energia atômica para a paz, em Genebra, em 1955.

Elisa Frota-Pessôa pertence a uma geração de físicos pioneiros, como Jayme Tiomno e José Leite Lopes, todos formados nas primeiras turmas da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, criada com a desativação da famosa Universidade do Distrito Federal (UDF). Ali se destacavam os Professores Luigi Sobrero (matemático italiano), Plínio Sussekind da Rocha (físico teórico) e Joaquim da Costa Ribeiro (precursor da Física do estado sólido no Brasil).

Em 1942, ainda estudante, Elisa já auxiliava o Professor Costa Ribeiro em suas pesquisas com minerais radioativos. Em 1944, foi nomeada assistente da Cadeira de Física Geral e Experimental, tendo realizado, naquele ano, o seu primeiro trabalho científico intitulado “Estudo Matemático da Disjunção Mendeliana”, publicado na Revista da FNFfi, em colaboração com seu primeiro marido, o biólogo Oswaldo Frota-Pessôa.

Durante o ano de 1948, trabalhou como pesquisadora visitante na USP. Como membro fundador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, em 1949, voltou para o Rio implantando a Divisão de Emulsões Nucleares no CBPF e reassumiu na Faculdade de Filosofia.

Nesta ocasião foi autora do primeiro trabalho científico realizado no CBPF (em colaboração com Neusa Margem) sobre a desintegração do méson π , publicado nos Anais da Academia Brasileira de Ciências, em 1950. Neste trabalho mostrou que a taxa de desintegração eletrônica do pion em relação à desintegração muônica era, no máximo, da ordem de 10^{-2} . Antecedendo de oito anos a famosa experiência realizada no CERN, pelo grupo de G. Fidecaro e A. W. Merrison, que obtiveram a taxa atual de 10^{-4} . Esses resultados favoreceram o modelo V-A de Feynman e Gell-Mann para as interações fracas.

Posteriormente, Elisa, em dois trabalhos com Neusa Margem sobre a distribuição angular do muon obtido pela desintegração do

pion em emulsão nuclear, publicados em *Il Nuovo Cimento*, em 1961, e nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, em 1963, respectivamente, colocou em questão as medidas da época que verificavam uma assimetria indicando spin 2 para o pion. Em seguida, em seu trabalho intitulado: “Isotropy in $\pi \rightarrow \mu$ decay”, publicado no *Physical Review*, em 1969, Elisa encerrou a longa controvérsia sobre a possibilidade do spin 2 para o méson π .

Na área da Física Nuclear, estudando o espectro de núcleos com massas intermediárias a partir de reações diretas, Elisa descobriu empiricamente o “Método da Soma” para análise de reações com alvos pesados em relação à partícula emergente. Este método, onde os níveis fracamente excitáveis podem ser facilmente distinguidos do background, tornou possível a descoberta de mais de 100 níveis nucleares através de seus vários trabalhos, com diferentes colaboradores da USP ou do CBPF.

Conheci a Professora EFP, ainda que virtualmente, em 1958, através de seu filho Roberto Frota-Pessoa, quando este (em decorrência da viagem de sua mãe para o “University College” de Londres nos anos 1958/1959, onde trabalhou com grupo do Professor Eric Burhop), chegou no internato em que eu estudava. No Colégio Nova Friburgo, Centro de Estudos Pedagógicos, fomos cobaias de experiências sobre o ensino. Frota, como era chamado por seus colegas, hoje um renomado Médico-Cirurgião no Rio de Janeiro, gostou tanto daquele internato que mesmo após o retorno de sua mãe ali permaneceu até o fim do ginásio. Meu segundo encontro com a Professora Elisa foi também virtual. No pré-vestibular do Diretório da FNFi, tornei-me colega da irmã do Frota, Sônia Frota-Pessoa, hoje Pesquisadora do Instituto de Física da USP. Meu primeiro encontro real com a Professora Elisa Frota-Pessôa se deu quando do meu ingresso no curso de Física da FNFi. Tive, então, o privilégio de fazer parte do “grupo dos oito”, como foi denominado pelo colega aqui presente, Carlos Alberto Lima, em recente homenagem à Professora Elisa, durante a comemoração dos 40 anos de nosso ingresso no curso de Física.

Trabalhando em pesquisa no CBPF e dando aulas na Faculdade de Filosofia, Elisa costumava levar seus alunos da Faculdade para o

CBPF, para aulas práticas de laboratório e maior contato com cientistas. Ali no CBPF Jayme Tiomno, com quem casou-se em segundas núpcias, havia criado um laboratório de ensino onde os alunos estagiavam. Estas aproximação dos alunos da Faculdade com o CBPF foi de grande importância para a formação de novos físicos. Na luta pela melhoria do ensino da Física, Elisa e Tiomno se basearam na filosofia do “é fazendo que se aprende”, tanto no Laboratório de Ensino no CBPF, como também através da introdução da prática de exercícios nos cursos da Faculdade.

Nesta convivência, quando terminamos o segundo ano do curso de Física, já estávamos familiarizados com a rotina dos diferentes laboratórios do CBPF, e aptos a optar por este ou aquele grupo de pesquisas. No terceiro ano, Elisa passava sua turma ao Tiomno e ao Leite, os quais nos levavam ao final do bacharelado através dos seus cursos de Eletromagnetismo e Estrutura da Matéria. Por este esquema, que já vinha funcionando há algum tempo, em cada dois anos tinha-se mais uma geração de alunos da Professora Elisa, prontos para serem iniciados na pesquisa científica. Isso só foi possível, após a criação do CBPF, pois antes não existia ambiente de pesquisa na FNFi; ali faltava o regime de dedicação exclusiva, em contraste, por exemplo, com o que ocorria na USP. A Professora Elisa também levava professores do CBPF para palestras com seus alunos da FNFi. Foi assim que conhecemos Richard Feynman, no ano de 1963.

A liderança e o prestígio da Professora Elisa, determinaram a ida, em 1965, de vários estudantes da FNFi para a Universidade de Brasília, juntamente com Jayme Tiomno, quando ambos decidiram para lá se transferir. Na UnB já se encontrava, como coordenador do Instituto Central de Ciências, o Professor Roberto Salmeron, o que possibilitou ao curso de Física iniciar-se completo, com todas as turmas. Na UnB funcionava o sistema de departamentos, em substituição à cátedra, onde os docentes também eram pesquisadores. Como bolsista e monitor da UnB, tínhamos obrigações de ensino, auxiliando em aulas de exercício e acompanhando os alunos nas aulas de laboratório. Entretanto, lamentavelmente o sonho durou pouco, com a crise e a demissão em massa dos professores fomos obrigados a deixar Brasília.

Retornamos ao CBPF. Naquela ocasião, Elisa foi trabalhar no Instituto Nacional de Física Nuclear, enquanto Jayme Tiomno ficou no Centro Internacional de Física Teórica, ambos em Trieste.

Em 1968, a convite do Professor Ernest Hamburger, Elisa foi trabalhar no IF da USP, na organização do laboratório para o estudo de espectroscopia nuclear, usando emulsões nucleares expostas na Universidade de Pittsburgh.

Com o AI-5, em abril de 1969, Elisa, juntamente com seu marido, foram atingidos pela aposentadoria compulsória decretada pelo governo militar, afastando-os das atividades de Professor da UFRJ e USP, respectivamente. Logo em seguida, juntamente com Jayme Tiomno e José Leite Lopes, foi também demitida do CBPF, alegadamente com base no Ato Complementar 75.

Em 1975, Elisa Frota-Pessôa iniciou a montagem de um laboratório de emulsões na PUC, continuando a trabalhar em espectroscopia nuclear em colaboração com o grupo de Ernest Hamburger do IF da USP, resultando na descoberta de vários níveis espectrais.

Em agosto de 1977, Elisa teve seu nome sugerido, por intermédio do CNPq, para fazer parte do Women's Book of World Records and Achievements, editado pela Editora Doubleday, NY (1978), em colaboração com a National Science Foundation, dedicado às mulheres que se destacaram na Ciência e Tecnologia.

Em 1980, após a abertura política, retornou ao CBPF, iniciando a implantação de um laboratório de emulsões nucleares para estudo de espectroscopia nuclear. Em fins de 1981, recebe do Professor Olácio Dietzsch um conjunto de chapas expostas no espectrógrafo magnético do Pelletron da USP, dando início ao estudo de espectros nucleares a partir de reações diretas no CBPF. Naquela ocasião, entrei para o seu grupo. Num de nossos trabalhos, mostramos que o estado fundamental do ^{95}Zr era, na realidade, um dublete com separação em energia da ordem de 25 KeV, graças ao uso do Método da Soma. Em 1986, junta-se ao grupo João Carlos dos Anjos, quando se reatou uma colaboração com Thereza Borello-Lewin do IF da USP e passamos a fazer novas

exposições no Pelletron cujas emulsões eram lidas pelos espectroscopistas do Laboratório no CBPF.

Em 1991, ao completar 70 anos, Elisa Frota-Pessôa foi aposentada compulsoriamente como Pesquisadora Titular do CBPF, recebendo em seguida, o título de Pesquisadora Emérita do CBPF, o que lhe permitiu continuar efetivamente pesquisando até o ano de 1995. Hoje ainda recebe pesquisadores, amigos e antigos colaboradores em busca de esclarecimentos e depoimentos históricos, em sua residência na Praia da Barra da Tijuca, onde mora com Jayme Tiomno, seu companheiro de vida e de lutas pela implantação da pesquisa e ensino em Física no Brasil, por mais de meio século.

Em verdade, a minha pretensão era a de relatar o muito que ela fez por várias gerações de físicos. Entretanto, estou convencido de que, todos aqui presentes entendem a minha emoção e o meu orgulho em estar, nesta noite, homenageando quem tanto fez pela ciência brasileira.

Discurso de Homenagem do Professor Roberto Salmeron à Professora Elisa Frota-Pessôa

Roberto Salmeron

Escola Politécnica - Paris - França

Elisa querida,

Infelizmente não me é possível estar presente na homenagem tão merecida que a comunidade de físicos lhe presta em Caxambu, mas daqui de longe quero lhe enviar minhas saudações.

Lembro-me de nossa amizade de tantos anos, e de tantas coisas que ocorreram durante esses anos. Lembro-me de quando nos conhecemos em São Paulo, quando você foi passar um ano no Departamento de Física da ex-Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, que funcionava numa casa alugada na rua Brigadeiro Luiz Antônio, você batalhando com uma experiência em Física Nuclear. Foi naquele ano que nasceu a nossa e a sua amizade com o Paulo Saraiva, amigo querido que nos deu tanto suporte moral no início de nossas carreiras. Lembro-me

das conversas que tínhamos, sobre a Física e sobre a Física no Brasil, com a incerteza do futuro.

Logo depois nos encontramos no Rio, no início do CBPF, quando você trabalhava nesse laboratório e lecionava na ex-Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da ex-Universidade do Brasil, atual UFRJ. Você organizou o primeiro grupo de Física Experimental no CBPF, introduziu a técnica de emulsões nucleares, não somente no CBPF mas no País, e publicou o primeiro trabalho em Física experimental do CBPF. É difícil alguém de hoje avaliar corretamente o que esse sucesso representa, por que hoje não se pode imaginar que naquela época você não tinha com quem se orientar ou até com quem discutir a organização do seu laboratório. Poucos são os que têm o privilégio de serem pioneiros como você o foi.

Desde cedo você compreendeu a importância do ensino de qualidade. Os seus cursos marcaram época na Faculdade de Filosofia no Rio de Janeiro, não somente devido ao grande cuidado com que você os preparava, na parte teórica e nas aplicações, mas também pela atenção toda especial que você dava aos estudantes, procurando conhecer cada um, as suas qualidades e os seus problemas. Você lecionava aos estudantes dos dois primeiros anos, período crucial, em que o jovem é formado e deve adquirir a base sólida para prosseguir com sucesso os estudos nos anos seguintes. Os estudantes tinham o privilégio de serem moldados por você. E os seus alunos que se tornaram professores universitários tomaram você como exemplo, como o professor padrão, procurando reproduzir com os alunos deles o que viveram com você.

Mais tarde nos encontramos na Universidade de Brasília. Ah, aquele sonho de Brasília! O belo esforço de toda a Universidade de aliar o ensino à pesquisa, obrigatoriamente, em todas as disciplinas. Que trabalho intenso você fazia! Em condições precárias, você retomou os cursos com o nível que dava no Rio, entusiasmando jovens que depois decidiram se tornar físicos. O difícil em Brasília não eram as condições precárias, eram as condições morais da luta contra as pressões exercidas sobre a Universidade, contra a arrogância, o arbitrário e a ignorância, para se manter com dignidade a posição de professor. Depois de luta intensa, demos nossa demissão coletiva, e o sonho acabou.

Você voltou para o Rio e foi depois para São Paulo. Mas naqueles anos de chumbo as perseguições seguiam as pessoas. Veio a aposentadoria compulsória. Sem emprego, você e o Jayme foram para os Estados Unidos, poderiam ter lá permanecido, mas vocês não conseguem viver fora do Brasil.

Voltaram, sem terem onde trabalhar. Depois de algum tempo foram para a PUC do Rio até serem readmitidos no CBPF. Com grande coragem, você reassumiu o trabalho de pesquisa, continuou a produção científica e a formação de jovens. Elisa querida, sua vida de professora é um exemplo. A nova geração precisa conhecê-la. Não podendo estar aí, daqui de longe vai um abraço amigo, apertado e saudoso, do Roberto.

Agradecimento da Professora Elisa Frota-Pessôa

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Rio de Janeiro - Brasil

Começo agradecendo esta homenagem, que muito me honra, da Sociedade Brasileira de Física. Em 1935 estava no 2º ano do curso ginasial da Escola Paulo Frontin e comecei a pensar em fazer Engenharia. Porquê? Porque gostava de Física (rudimentos que aprendi no Curso de Ciências Naturais) e de Matemática. Naquela época não via outra escolha. A minha opção não agradava à maioria das pessoas que achavam Engenharia uma carreira masculina. No 3º ano comecei a ter o curso de Física. O professor, Plínio Süssekind Rocha, era um jovem entusiasmado com a Física. Começamos nossa relação da seguinte maneira: ele passou uns problemas para casa e, quando ao devolvê-los corrigidos, ele me fez a seguinte pergunta: “Quem gosta de Física, seu pai ou seu irmão mais velho?” Perguntei porquê. Ele respondeu: “Os problemas estão muito bem resolvidos!”. Eu disse que gostaria mais que ele me argüísse, o que fez me chamando ao quadro. Quando se deu por satisfeito falou: “Foi você mesma quem resolveu os problemas!”. Daí por diante, ficamos amigos e ele disse que era assistente de Física na Universidade do Distrito Federal (UDF) e que eu poderia fazer um curso de Física lá. Achei ótimo. Física, como Engenharia, não foi bem recebida, ninguém conhecia uma mulher brasileira Física. Não podiam conhecer mesmo,

pois creio que fui a primeira mulher no Brasil a fazer um curso de Física e continuar trabalhando no campo. Nada me demoveu da idéia. No 4º ano veio para a Paulo de Frontin um grupo de recém-formados pela UDF e foram meus professores Raimundo Paesler (Física), Antônio Houaiss (Literatura) e Oswaldo Frota-Pessôa (História Natural). Todos eles interessados em ensino e pesquisas. Fizemos amizade e comecei a encontrar apoio para meus planos e estudos. Minha amizade com eles e ex-colegas deles na UDF me estimulava grandemente, me parecia conhecer outro mundo, e continuou depois que terminei o curso. Aos 18 anos me casei com Oswaldo Frota-Pessôa. Quinze dias depois fiz exame para o curso de Física da Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi) que substituíra a UDF que foi extinta, infelizmente, por ser considerada subversiva. No 2º ano fui aluna do professor Joaquim Costa Ribeiro que me convidou para auxiliá-lo nos seus trabalhos de pesquisa. Durante todo o curso continuei como auxiliar dele. Oswaldo fazia pesquisas em genética e se dedicava ao ensino. Neste período tivemos dois filhos, e continuei sendo apoiada e incentivada por Oswaldo que até hoje é um grande amigo. Terminado o curso em 1942 fui convidada por Costa Ribeiro para ser sua assistente. Em 44 comecei a ensinar na FNFfi. Outro assistente era Jayme Tiomno, nomeado dois anos antes de mim. Participamos, os dois, de lutas para melhorar o ensino de Física na Faculdade.

Jayme foi com bolsa de estudos para a USP em 1946 e em 1948 para Princeton. Em 1948, também com bolsa de estudos, fui para a USP. Lá encontrei colegas que muito me estimularam: Roberto Salmeron, Paulo Saraiva de Toledo, Mário Alves Guimarães e Paulo Taques Bittencourt. Em 1949 Tiomno e eu fomos membros fundadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Conseguimos levar as aulas práticas de Física das minhas turmas para o CBPF o que resultou, num contato maior dos alunos com diversos pesquisadores, e grande melhoria do ensino. Em 1951 Jayme e eu juntamos nossas vidas. Trabalhei em 1958-1959 na Universidade de Londres com o professor Éric Henry Stoneley Burhop. Guardo uma recordação muito boa de nossa colaboração e amizade. Em 1969 trabalhei um ano na USP colaborando com o professor Ernest Hamburger que me facilitou o trabalho em horas difíceis de

ditadura quando fui acolhida pela PUC depois de ser aposentada da FNFi pelo AI5 e afastada do CBPF. Em 1980 retornei ao CBPF juntamente com Tiomno.

Tiomno e eu fomos aposentados compulsoriamente por idade em 1991. Continuamos trabalhando no CBPF até 95 como Pesquisadores Eméritos.

Termino, estendendo esta homenagem às pessoas que aqui mencionei.



Susana de Souza Barros, na Física e no Ensino de Física

Heloisa Maria Bertol Domingues¹

A física Susana Lehrer de Souza Barros (1929-2011) foi antes de tudo uma pessoa sensível a questões sociais. Essa sensibilidade traduziu-se na sua obra artística, composta de lindas aquarelas, *crayons*, pinturas e gravuras, inspirada na autenticidade da expressão popular, que manifesta uma visão própria da sua condição social. Principalmente, essa sensibilidade esteve presente na sua obra científica e didática, de dedicação desmedida à educação em física. Susana trabalhou incansavelmente para introduzir na educação a visão de que uma ciência só podia ser explicada, diferentemente de ser produzida, a partir de seu contexto social. Trabalhando nessa direção, ela contribuiu para a montagem de laboratórios de pesquisa e de ensino e para a pedagogia do ensino de ciências na formação de professores.

A vida de Susana se iniciou sob as marcas da Segunda Guerra Mundial. Ela nasceu de duas das inúmeras famílias judias que migraram da Europa para a América do Sul, quando começou a perseguição aos judeus, com a instauração do nazismo, nos anos 1930. A família do avô materno partiu da Holanda e a do avô paterno, da Romênia, ambas migrando para a Argentina em busca de refúgio. A família da sua mãe, Rosenfeld, relutou em deixar a Europa e foi praticamente dizimada em campos de concentração durante a Segunda Guerra. Seus pais, nascidos na Argentina, casaram-se e foram morar na cidade de Santa Fé, onde

1 Este trabalho contou com a pesquisa de dados realizada por Lucimeire de Oliveira, bolsista PCI/MAST, a quem sou grata. Ela fez uma primeira classificação do arquivo particular de Susana, doado ao MAST por seu marido Fernando de Souza Barros. Agradeço a Fernando de Souza Barros pelas informações prestadas em entrevista à Autora, em 28 de julho de 2013, ocasião em que também foi doado material de arquivo. Agradeço-lhe ainda, assim como a Paulo Henrique Domingues, pela leitura e sugestões.

Susana nasceu e viveu até terminar os estudos primário e secundário. Nessa época, empreendeu sua primeira mudança; trocou sua cidade natal por Buenos Aires, onde foi cursar a universidade.

Susana formou-se em física e matemática na Universidade de Buenos Aires, em 1952. Naquela ocasião, Susana fez nova e grande mudança na sua vida. Deixou então a Argentina e nunca mais voltou a morar lá, apenas visitava a família de tempos em tempos. Durante o curso da faculdade, interessou-se por Raios Cósmicos. Sua professora, Estrela Mathow, especialista nessa matéria, sugeriu-lhe fazer um estágio no Brasil, especificamente, no Departamento de Física da Universidade de São Paulo (USP), onde havia um grupo especializado em Raios Cósmicos, dirigido por Kurt Sitte². Susana aceitou participar desse projeto de colaboração com o grupo de Sitte, do Departamento de Física da Universidade de São Paulo, e, no início da década de 1950, viajou para o Brasil. Foi bem recebida no Departamento de Física da USP, então chefiado por Mario Schenberg, com quem Susana logo estabeleceu contato e de quem veio a ficar amiga.

Como membro do grupo de pesquisa de Sitte, Susana viajou para La Paz para trabalhar no Laboratório de Raios Cósmicos, no Monte Chacaltaya, perto da cidade de La Paz, capital da Bolívia, para onde embarcou em meados daquela década. Nesse laboratório, Cezar Lattes, em meados da década de 1940, havia realizado as experiências que levaram à descoberta do famoso meson π , o que dera reconhecimento internacional àquele laboratório e também ao laboratório dirigido por Cecil Frank Powel, em Bristol, na Inglaterra, onde Lattes trabalhava temporariamente (ANDRADE, 1998, p. 23-53).

2 Kurt Sitte, físico renomado, considerado uma autoridade internacional em radiação cósmica, esteve por pouco tempo na USP, por sugestão de David Bohm, que conhecera nos Estados Unidos, no fim dos anos 1940, quando emigrou da Tchecoslováquia. Por volta de 1956, retornou à Europa, indo depois para Israel, onde trabalhou no Instituto de Tecnologia, em Haifa. Em 1961, Kurt Sitte foi condenado em Israel sob a acusação de ser espião contra Israel. (<http://www.jta.org/1961/06/29/archive/israel-supreme-court-upholds-espionage-conviction-of-kurt-sitte#ixzz2qjNzrN21>, acesso em 18 jan. 2014); Dor-On, Kurt Sitte, a russian “sleepers agent” in Israel (<http://i-hls.com/2013/10/kurt-sitte-a-russian-sleeper-agent-in-israel/>); Freire Jr. (<http://arxiv.org/pdf/physics/0508184.pdf>).

Na época que Susana viajou para Chacaltaya, três grupos de pesquisa em Radiação Cósmica dividiam o laboratório boliviano e colaboravam entre si: o grupo da USP, chefiado por Sitte; o grupo do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), que tinha sido criado em 1949, então dirigido pelo eminente Cezar Lattes e por Ugo Camerini, outro imigrante, este da Itália, financiado pelo Programa de Assistência Técnica da Unesco. Ambos enviaram representantes para Chacaltaya na mesma época. Um terceiro grupo, também especialista em Raios Cósmicos, era boliviano, coordenado por Ismael Escobar, da Universidade de San Andrés, de La Paz, Bolívia, que tinha convênios com a USP e o CBPF. Escobar era responsável pelo Departamento de Física e colaborava com o grupo do MIT, EUA. Ele havia estudado nos Estados Unidos onde estabeleceu uma ampla rede de relações científicas. Algumas dessas colaborações enviaram equipamentos e vários pesquisadores foram a Chacaltaya. Ele administrava também o laboratório de Chacaltaya (SOUZA BARROS, 2013). Escobar havia acompanhado Lattes nas suas primeiras experiências na montanha, quando este chefiava o laboratório meteorológico ali existente (ANDRADE, 1998, 2004).

Paradoxalmente, na Bolívia, Susana começaria a se tornar uma brasileira. Em Chacaltaya conheceu o também físico, brasileiro, Fernando de Souza Barros e casaram-se. Foi ainda na Bolívia, onde permaneceram até 1956, que nasceu seu filho, Nicolas, hoje um reconhecido nome da música brasileira. Já podia então se considerar brasileira, por sentimento, pois, desde o seu ingresso no Departamento de Física da USP, no Brasil, Susana era uma imigrada, condição que durou até 1984, quando se naturalizou e iniciou sua participação no processo de democratização do Brasil.



Fernando era ligado ao grupo do CBPF e foi para Chacaltaya para instalar e operar a câmara Wilson, que havia sido doada pela Universidade de Chicago, o que evidenciava o interesse americano na agilização das pesquisas daquele laboratório da Bolívia. No final dos anos 1950, Susana e Fernando deixaram a Bolívia e foram para a Inglaterra, onde fizeram pós-graduação. Susana foi orientada por David Binnie³ e trabalhou no acelerador de partículas em Liverpool. Defendeu a tese em setembro de 1960, intitulada *An experiment on the radioactive decay of the pion*, na Victoria University, em Manchester. Fernando doutorou-se em física nuclear no grupo de Samuel Devons. Logo após retornaram para o Brasil, instalando-se no Rio de Janeiro. Fernando foi para o CBPF e Susana para a PUC, onde conheceu Pierre Lucie, em quem se inspirou para organizar a área de ensino de física, com quem nunca

3 David Binnie, especialista em física nuclear de altas energias, esteve na Universidade de Manchester até 1961, quando foi para o Imperial College, tornando-se Professor Emérito em Física. Morreu em 2012.

mais deixou de se relacionar⁴. Foi então que Susana começou a mudar seu campo de estudo, passando a dedicar-se ao ensino de física, tema com o qual se identificou e que elegera como seu campo de pesquisa.

Em 1962, nova mudança, para os Estados Unidos. Fernando foi convidado para trabalhar na Universidade Carnegie Mellon, em Pittsburg, Pensilvânia, com Sergio De Benedetti, que havia passado pelo CBPF e feito o convite. Susana integrou-se ao grupo de Simeon Friedberg, especializado em física de baixas temperaturas, porém era mal remunerada, e o diretor do departamento ofereceu-lhe a coordenação da disciplina de Física e uma vaga de professora no Carlow College – uma escola de um bairro de Pittsburgh, de maioria negra. Foi quando Susana se interessou pela questão da influência das diferenças culturais e sociais no processo de aprendizado dos jovens e passou a se preocupar com o ensino para classes e culturas diferentes. Logo Susana engajou-se no programa nacional *Upward Bound*, de ensino de ciências para minorias, sediado em Nova York, para onde passou a viajar de trem, por algumas horas, semanalmente (SOUZA BARROS, 2012). Seu trabalho nesse programa foi premiado pela prefeitura de Nova York. Foi a primeira de muitas lãureas e distinções de reconhecimento que recebeu posteriormente da comunidade científica, nacional e internacional.

4 Pierre Lucie (1917-1985), francês, naturalizou-se brasileiro, era formado em física e foi um dos pioneiros no ensino de física, trabalhando a epistemologia e a história da ciência (BARROS; ELIA, 2010).



Em 1965, quando ainda começavam os longos e duros anos da ditadura militar no Brasil, Susana e Fernando foram convidados por Roberto Salmeron e José Leite Lopes para regressar ao Brasil e participar da instalação dos laboratórios de física da Universidade de Brasília (UnB), assim como para integrar o grupo fundador do Instituto de Ciências da referida universidade. Na UnB, reuniram-se com pessoas já conhecidas da ciência brasileira, muitas ainda jovens, que tinham por objetivo formar uma elite científica no Brasil. Roberto Salmeron havia sido convidado por Darcy Ribeiro, Ministro da Educação de João Goulart, para assumir a direção do Instituto de Ciências e buscou reunir os melhores cientistas brasileiros, que estavam espalhados pela Europa, Estados Unidos e nos maiores centros científicos do Brasil (SALMERON, 1999).

No entanto, os problemas políticos que abalavam o país desde 31 de março de 1964 agravaram-se e atingiram o projeto da UnB, que foi praticamente abortado. Professores começaram a ser demitidos por imposição do regime militar e, em protesto, quase a totalidade deles pediu demissão. Muitos alunos que haviam ido para Brasília, acompanhando professores, também deixaram a universidade e esta foi

fechada por algum tempo (SALMERON, 1999). Três meses após a chegada a Brasília, e a volta ao Brasil, Susana e Fernando voltaram para os Estados Unidos, depois de passar um tempo no CBPF, no Rio. As condições precárias de Brasília, ainda em construção, estreitaram a convivência entre professores e alunos. Ali Susana e Fernando conheceram, entre muitos outros, Michel Paty, físico francês que fazia pesquisa cumprindo seu serviço militar. Com ele estabeleceram uma amizade que durou por toda a vida. Como assinala ainda hoje Paty, a convivência com os cientistas brasileiros e a vida no país fizeram com que começasse a olhar as ciências de um modo mais inquisidor, fato que acabou por levá-lo para a filosofia e a história das ciências e que, de certa forma, fez com que quebrasse uma visão europocêntrica das ciências. Nos anos 1980, depois de ter instituído, na França, o Grupo de Pesquisa Ciência e Império, Paty restabeleceu os laços científicos com o Brasil, desta vez pela via da história das ciências (FREIRE, 2005). No congresso comemorativo à chegada de Colombo à América, em 1992, Paty afirmaria que a reflexão sobre a ciência, seja do ponto de vista filosófico, histórico, social ou político, mostrava que as suas transformações não se reduzem a um conjunto de resultados e conhecimentos teóricos, mas que ela é também um processo intelectual, cultural e social em torno desses conhecimentos, que os engendra e os transforma, e que o conhecimento desta ciência e de seus efeitos implica o de suas origens e de sua história (PATY, 1995). A visão de ciências que Susana dizia ser importante transmitir pelo ensino coincidia com a posição de Paty, demonstrando que o grupo que formavam partilhava uma mesma visão de mundo. Desse grupo faziam parte José Leite Lopes, Maria Laura Mousinho Leite Lopes, o próprio Roberto Salmeron e sua mulher a psicanalista Sonia Salmeron, Amélia e Ernest Hamburger, Jayme Tiomno e Elisa Frota Pessoa e tantos outros.

Poucos anos depois do regresso deles aos Estados Unidos, esses ex-alunos do Instituto de Física da Universidade de São Paulo e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas começaram a receber convites para regressar ao Brasil. Em 1968, Leite Lopes escreveu-lhes insistindo para que voltassem para participar do projeto de criação de um centro de ciências com um acelerador de partículas de porte médio que seria

construído na Ilha do Fundão. Nessa época, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (CENPES) já estava sendo construído, a Ilha do Fundão já tinha os primeiros laboratórios da COPPE e da CNEN e prometia transformar-se num polo científico da cidade do Rio de Janeiro. A maioria desses convidados resistiu à proposta temerosos pelo futuro do país. Temor que logo se confirmou, pois alguns meses depois receberam um telefonema de Maria Laura Leite Lopes dizendo que ela, seu marido, José Leite Lopes, e outros pesquisadores, inúmeros colegas dos diferentes campos científicos, haviam perdido seus direitos políticos. Foram cassados, o que significava dizer que estavam também desempregados. Em Pittsburgh, Susana e Fernando atuaram então para receber a família de Leite Lopes, participando da iniciativa do convite a Leite como Professor Visitante no Departamento de Física Teórica da Universidade Carnegie Mellon (CMU); o grupo teórico era liderado por Lincoln Wolfenstein, que conhecia a produção científica de Leite Lopes. Alunos de física da UnB e da USP também foram acolhidos com bolsas de pesquisa na CMU e em outras universidades americanas.

A solidariedade de cientistas brasileiros que estavam trabalhando no exterior, como Fernando e Susana, certamente contribuiu para que o país mantivesse parte de suas lideranças em centros de pesquisa dos Estados Unidos e Europa e, com certeza, contribuiu para que o país mantivesse, pelo menos, parte da tradição científica brasileira, construída ao longo do século e colocada em risco naqueles anos. No início dos anos 70, época mais violenta da ditadura militar no país, Fernando e Susana decidiram voltar definitivamente para o Brasil para participar da implantação do curso de pós-graduação no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Na época, um ato do governo já havia concentrado várias faculdades e escolas profissionais federais na Ilha do Fundão, como institutos. Os institutos eram, até pouco tempo antes, departamentos da Faculdade Nacional de Filosofia, da Universidade do Brasil, que também desaparecia, dando lugar à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Desta vez, voltaram definitivamente pressentindo que chegara a hora de se dedicar à física brasileira. Na UFRJ, Susana, inicialmente, acompanhou Eugenio Lerner na instalação do Laboratório de Baixas Temperaturas e

de Raios-X do Instituto de Física. Susana, porém, logo passou a dividir suas atividades entre as baixas temperaturas e o ensino de física para formação de professores, área que considerou extremamente carente de organização e pesquisa. Não demorou para assumir integralmente a pesquisa nessa área, valorizando o papel do professor e da atividade docente, inspirada por referenciais piagetianos (SOUZA BARROS, 2013).

“Usar a ciência e não fazer ciência”

A frase acima é emblemática do trabalho de educação em ciências, particularmente, educação em física que Susana abraçou. Ela é parte de um trabalho escrito com Maria Laura Mousinho Leite Lopes, em homenagem a Michel Paty, pelos 40 anos de colaboração científica com o Brasil (LEITE LOPES; BARROS, 2005). Ambas batalharam pela formação e atualização de professores de ensino de ciências em escolas. Nesse artigo, elas expressaram suas ideias de alfabetização científica traçando um histórico do ensino de ciências em escolas e dizendo como deveria ser o ensino que engaja o aluno. Propondo um projeto para o século XXI, elas criticaram o panorama atual da educação em ciências, que ainda não estava aparelhada para “desenvolver um cidadão capacitado a tomar decisões sobre problemas correntes relacionados com ciência e tecnologia e para reconhecer os efeitos dessas sobre seu *habitat* imediato”. Diziam que a linguagem universal, tanto das ciências quanto da educação, embora expressasse a problemática do ensino, não conseguia atingir soluções ideais, mesmo nas condições otimizadas que caracterizavam os países do Primeiro Mundo. A escola ainda não era feita para todos!

Susana e Maria Laura, ao proclamar que se deveria ensinar a usar a ciência, mais do que ensinar a fazer ciência, mostravam-se engajadas numa visão de mundo que considerava a diversidade cultural. Repetiram naquele trabalho uma ideia do editor português do livro QED de Feynman (1985)⁵, dizendo que parecia estar errado o ensino

5 QED: The Strange Theory of Light and Matter by Richard P. Feynman, 1st Edition, Princeton University Press, 1985.

primário das ciências, particularmente o da física, a disciplina que, dentre todas, talvez mais tenha contribuído para alterar culturalmente a face do mundo, pelas profundas modificações que a tecnologia imprimira no modo de viver. Para o autor, estava se adotando um paradigma didático errado, que parecia ter como objetivo formar parafísicos e ficava-se a menos de meio caminho sem nunca atingir um objetivo que deveriam propor na física, ou em qualquer outra disciplina, que era o exercício de um certo modo de pensar as coisas nas coisas, para garantir o mais importante, que é “ensinar para compreender o mundo a nossa volta”⁶.

Susana e Maria Laura insistiam que as ciências tinham sido responsáveis pelas revoluções culturais, políticas e econômicas que o mundo vivia e afirmavam que governos de grandes potências faziam investimentos vultosos em certas áreas científicas e tecnológicas de rápido retorno, como era o caso, naquele momento, da nanociência ou da biotecnologia. Porém, o cidadão comum não estava informado dos desafios científicos, sociais e econômicos dessas novas tecnologias, e corria-se o risco de reproduzir, por exemplo, o que estava acontecendo com a questão dos transgênicos no Brasil. Era necessário que a sociedade soubesse o que estava sendo feito, quais os riscos, benefícios e limitações de novas tecnologias. Elas mostraram que, historicamente, o ensino de ciências esteve atrelado ao desenvolvimento do ensino propriamente dito. Desde o século XIX, o ensino, a serviço da elite, tornou-se símbolo de manutenção de *status* político e econômico. Então, diziam: “... do momento de sua implementação até o presente estamos ainda tentando aprender a educar o cidadão que o planeta precisa para sua sobrevivência urgente”.

Essa forma de pensar levou-as a colocar em prática a ideia de alfabetização científica, na qual acreditavam, e se engajaram social e politicamente para alcançá-la. O exemplo mais forte dessa prática foi o Projeto Fundão, da UFRJ, que conseguiram implantar em 1983, sob os auspícios do Subprojeto de Educação para a Ciência (SPEC), do programa governamental mais amplo, o Projeto de Apoio ao Desenvolvimento

6 Apud FEYNMAN, R. P., QED (Quantum Electrodynamics): a estranha teoria da luz e da matéria. Tradução de A. M. Ovídio Baptista. Lisboa, Gradiva, 1988.

Científico e Tecnológico (PADCT), com recursos do Banco Mundial. O Projeto Fundão nasceu portanto dentro do SPEC, que era gerenciado pela CAPES, do Ministério de Educação, o que facilitou a inserção de docentes universitários em atividade, visando à melhoria do ensino de ciências e matemáticas. De enorme sucesso, a UFRJ comemorou, em 2013, os 30 anos do Projeto Fundão, com uma bela cerimônia de homenagem a ambas, Susana e Maria Laura. Na verdade, conforme foi dito na ocasião, a festa havia sido idealizada por Maria Laura, para fazer uma justa homenagem a Susana, que, com ela e outras colegas, havia sido uma das importantes mentoras do Projeto Fundão. Susana falecera no final de 2011 e a ocasião seria de reconhecimento pelo que ela havia construído para a educação em ciências. Porém, a homenagem acabou sendo também para Maria Laura, que, aos 93 anos, faleceu poucos meses antes.

Não foram apenas aqueles 30 anos de Projeto Fundão que prenderam Susana à educação em física. A sua enorme produção científica para essa área nova das ciências refletiu-se não só nos cursos que deu para os alunos que formou, mas também na participação em inúmeros congressos, que a fizeram percorrer o Brasil e o mundo para apresentar e discutir ideias, ou para incentivar os alunos, o que a tornou referência internacional na área de educação em ciências.

Embora ela tivesse iniciado sua prática científica nessa área nos Estados Unidos, a trajetória de trabalho ininterrupto começou no início dos anos 1970, quando finalmente se instalou no Brasil e se integrou definitivamente ao corpo docente do Instituto de Física da UFRJ, passando a se dedicar integralmente ao ensino de física. Desde então, frequentou sistematicamente as grandes reuniões científicas nacionais, como as Reuniões Anuais da SBPC e da Sociedade Brasileira de Física (SBF). Na SBF, teve atuação decisiva como Secretária de Assuntos de Ensino, pois integrou comissões, ajudou a organizar eventos nacionais e participou da elaboração de influentes documentos norteadores de políticas e ações institucionais (SOUZA BARROS, 2013). Data de 1973 a sua primeira participação no Simpósio Nacional de Ensino de Física e desde então não perdeu mais nenhum deles, tendo sido o último – o décimo nono – realizado em 2011, em Manaus. Da mesma forma, foi

frequentadora assídua dos encontros do Projeto Fundão e de muitos outros eventuais congressos especializados em educação e em educação em ciências, somando-se mais de uma centena de participações.

Nesses congressos, fez diferentes abordagens sobre os problemas da educação científica. Durante algum tempo, dedicou-se a discutir práticas de avaliação dos alunos⁷. Na 35ª Reunião Anual da SBPC, em Belém, Pará, Susana apresentou o trabalho *O currículo de Física na Universidade Federal do Rio de Janeiro: problemática e algumas reflexões sobre o tema*, no qual parecia fazer uma espécie de autocrítica do próprio curso que ajudara a instituir. Depois, em várias reuniões, apresentou o Projeto Fundão e discutiu a ideia de conceitos espontâneos⁸. Susana estudou e apresentou formas de ensino de temáticas mais específicas da física e pesquisou sobre o uso de novas tecnologias, como era o caso da educação à distância⁹. Analisou e produziu material didático,

-
- 7 Por exemplo: BARROS, Susana de Souza, *Avaliação modifica método de ensino?*, 29ª Reunião Anual da SBPC, Fortaleza, 1977; ---- *Análise de instrumentos de avaliação utilizados em curso de física experimental básica*, 30ª Reunião Anual da SBPC, São Paulo, 1978.
- 8 BARROS, Susana de Souza, “Projeto Fundão” e “Conceitos espontâneos sobre fenômenos físicos em crianças da primeira à quarta séries do 1º grau”, 36ª Reunião Anual da SBPC, Rio de Janeiro, 1984; ---- *Projeto Fundão Magistério Física: uma proposta de ensino para o Curso de Formação de Professores Primários (CA à 4ª série)*, VI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 1985; ---- *Conceitos espontâneos sobre fenômenos físicos em crianças: análise qualitativa*, 37ª Reunião Anual da SBPC, Rio de Janeiro, 1985.
- 9 BARROS, Susana de Souza, *O movimento circular e estudo da cinemática do corpo rígido no ensino de física do 1º e 2º graus*, 25º Encontro do Projeto Fundão, Rio de Janeiro, 1995; ---- *Repensando o laboratório de física no 2º grau: a elaboração de vídeos pelos estudantes, CETIQT/SENAI RJ, 2000. Curso de aperfeiçoamento utilizando um modelo híbrido: componentes presencial e à distância*, Rede Nacional de Ensino de Física / UFRJ, Rio de Janeiro, 1994; Também publicou artigos com colegas e alunos como os três apresentados no último ano de vida no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, em Manaus; PEREIRA, Marcus Vinicius, BARROS, Susana de Sousa, FAUTH, Leduc Hemerto de Almeida, “Análise de vídeos produzidos por alunos de ensino médio como atividade de laboratório didático de Física”, XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, Janeiro, Fevereiro, 2011, Sessão CO12-02-Aprendizagem em física; SOUZA, João José F., VIANNA, Deise M, MOREIRA, Lígia F., SANTOS, Almir G., CHAGAS, Saionara M. A. e BARROS, Susana Souza, “O Licenciando e a escola básica no contexto do PIBID/CAPES em execução na UFRJ”, XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, Janeiro, Fevereiro, 2011, Sessão CO04-01, Formação e prática profissional de professores de física; “Revista ciência em tela: um espaço de construção e troca de experiências em ensino de Ciências e Física”, MARTINS, Isabel MELO, Marcella, ANTUNES, Thiago, GONÇALVES, Pâmela, BARROS, Susana Souza, XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, Janeiro, Fevereiro, 2011.

como o vídeo premiado pela FAPERJ: *As pilhas, as coisas... e você*. Na Espanha, em 2002, foi convidada a dar um seminário e falou sobre *Perspectiva de aplicación y desarrollo de las nuevas tecnologías en la Educación en la Unión Europea, América Latina y Caribe*. Discutiu, sob diferentes aspectos e em vários seminários, ideias do ensino de física ou do ensino de ciências e o processo de cognição¹⁰. Com Marcos Elia, Ana Filipeck, Isabel Martins, assim como com outros colegas e alunos, Susana apresentou diferentes trabalhos em congressos e seminários. Ela nunca perdeu sua perspicácia e nunca deixou de fazer a crítica fina a tudo que ela pudesse classificar como prejudicial ao ensino ou à aprendizagem da física nas escolas.

Em 2001, Susana participou da homenagem prestada a Amélia Império Hamburger, que completava 70 anos, saudando a amiga com um trabalho em que afirmava ser a educação em ciências relevante para todos (BARROS, 2001). Amélia, física como ela, batalhou a seu lado pelo reconhecimento da área de educação em ciências, nas agências de fomento, CNPq e CAPES. Na visão que professava, a educação em ciências não se resumia a pensar currículos científicos, ou a dar a conhecer descobertas de gênios, significava ensinar, antes de tudo, a relevância social que guarda todo conhecimento científico. Naquele artigo em homenagem a Amélia, Susana sublinhava que a contribuição geral da educação é dar relevância ao mundo contemporâneo. “Ciência é questão de cidadania”, afirmava ela.

Para Susana, “a influência crescente das ciências e da tecnologia, com seu poder de transformar as nossas concepções e a nossa vida, impõe a melhoria qualitativa da educação científico-tecnológica, hoje menosprezada, como elemento-chave da cultura geral do cidadão, de modo a prepará-lo para sua integração ao mundo e a capacitá-lo para a necessária tomada de decisões, quando solicitado”. Os cursos de ciência só seriam produtivos, segundo ela, se contribuíssem para a compreensão de como a ciência opera e do papel da ciência na própria cultura e na sociedade. As pesquisas levaram à constatação de que “uma grande parcela da população mundial não compreende a ciência,

nem seu potencial para o desenvolvimento social e econômico”, o que faz com que tampouco se interesse por ela. Acusava os currículos escolares, pois a maioria dos alunos finalizava a escola dizendo que havia passado por aulas e estudos tediosos, cansativos e desnecessários. Esses alunos, dizia ela, “finalizam a escola secundária, após três anos de estudos de física, sem a compreensão dos seus fundamentos fenomenológicos e metodológicos, e também sem sequer ter discutido aspectos aplicados de interesse social como materiais nucleares, efeito das radiações, aquecimento global, comunicação e informática, transporte e trânsito, recursos energéticos alternativos, entre tantos outros”. Era preciso repensar os cursos; a formação universitária de futuros cientistas estava bem mais estruturada, porém, “o ensino das ciências relacionado aos problemas que a sociedade enfrenta, e tem o dever urgente de solucionar, poderia contribuir para aumentar o interesse dos alunos e melhorar o nível e a qualidade da compreensão das ciências, dos seus processos e da sua natureza”.

Susana terminou seu artigo, repetindo uma proposta para ensino das ciências que apresentou em documento da AAAS (American Association for the Advancement of Science). Ali, sem medo de ser acusada de alienígena ou de usar lugares comuns, recomendou: i) a alfabetização científica para todos; ii) uma escolha de conteúdos que auxiliem o cidadão a ter participação ativa e inteligente em decisões políticas e sociais; iii) um ensino que tenha fundamento nas questões filosóficas universais e; iv) a compreensão de como a ciência opera (Doc. AAAS).

Já aposentada, em 2006, atuou diretamente na concepção, reconhecimento e depois na implantação do Curso de Mestrado em Pesquisa de Ensino do Instituto de Física, UFRJ, em 2008, quando foi, finalmente, aprovado pela CAPES.

Sem jamais abrir mão da crítica perspicaz, Susana, até a sua morte, lutou pelo melhor ensino de física e por uma física cidadã. Ela expressou todo o seu profundo sentimento social tanto no seu trabalho científico quanto na sua arte pictórica, que foi tão pujante e significativa quanto sua produção científica. Na arte, valorizou o artesanato brasileiro. Como observou Fernando, em *As Duas Faces de Susana*,

“atraía-lhe a possibilidade de trabalhar com materiais inéditos, argilas compradas de artesãos humildes, fabricantes de potes e moringas ao longo de estradas, talvez associada à sua prática científica sobre temas da física de materiais”. Na Física valorizou o aluno e a sua formação científica voltada para a sociedade, para que viesse a ser um cidadão completo, um cientista ou professor de ciências que soubesse discernir seu lugar social.



Referências

ANDRADE, Ana Maria R., Físicos, Mésons e Política, a dinâmica da ciência na sociedade. São Paulo, Rio de Janeiro, Ed. Hucitec, Mast/CNPq, 1998.

ANDRADE, Ana Maria R., Os raios cósmicos entre a ciência e as relações internacionais. Org. MAIO, Marcos C., Ciência, Política e Relações Internacionais. Rio de Janeiro, Ed. Fiocruz, 2004, p. 215-235.

BARROS, Susana de Souza, Dando a mão à palmatória: um ensino de ciências relevante para todos (repensando um currículo para a alfabetização científica). Org. VIDEIRA, Antonio Augusto P., SALINAS, Silvio R. A., *A cultura da física:*

contribuições em homenagem a Amélia Império Hamburger. São Paulo, Editora Livraria da Física, 2001, p. 157-162.

DOR-ON, Ami, Kurt Sitte – a Russian “Sleeper Agent” in Israel. Posten by Newdesk, <http://i-hls.com/2013/kurt-sitte-a-russian-sleeper-agent-in-israel>. Consulta 14/01/2014.

ELIA, Marcos e BARROS, Susana de S., Pierre Lucie educador e professor de cientistas. Rio de Janeiro, Ed. UFRJ, 2010.

FREIRE Jr., Olival, Science and exile: David Bohm, the hot times of the Cold War and his struggle for a interpretation of quantum mechanics. <http://arxiv.org/pdf/physics/0508184.pdf>, consulta 20/01/2014.

FREIRE Jr., Olival, Michel Paty e o Brasil: uma história de amizade e de parceria. Org. PIETROCOLA, Maurício e FREIRE Jr., Olival, *Filosofia, Ciência e História – Michel Paty e o Brasil, uma homenagem aos 40 anos de colaboração*, São Paulo, Discurso Editorial, 2005, p. 473-487.

LEITE LOPES, Maria Laura M.; BARROS, Susana de Souza, O desafio da alfabetização científica e matemática para o século XXI. Org. PIETROCOLA, Maurício, FREIRE JR., Olival, *Filosofia, Ciência e História – Michel Paty e o Brasil, uma homenagem aos 40 anos de colaboração*, São Paulo, Discurso Editorial, 2005, p. 303-314.

PATY, Michel, Sobre o estudo comparativo da História da Difusão e da Integração das Ciências. Org. ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria, MAIA, Carlos A., *História da ciência: o mapa do conhecimento*, Rio de Janeiro, Expressão e Cultura, São Paulo, EDUSP, 1995, p. 837-880.

SALMERON, Roberto, *A Universidade Interrompida*. Brasília, UNB, 1999 (1. edição), 2007 (2. edição).

SOUZA BARROS, Fernando de, *As duas faces de Susana*. Rio de Janeiro, 2012.

SOUZA BARROS, Fernando de, Entrevista à Autora, 27/07/2013.

Neusa Amato, pioneira

Anna Maria Freire Endler

1 Introdução

Ao prestar exame vestibular para o curso de Física da Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi), no Rio de Janeiro, em fevereiro 1950, conheci a Professora Neusa Amato, visto ter sido ela um dos membros da minha banca examinadora. Tínhamos o contato direto com os examinadores, pois havia o exame oral, além do exame escrito, que era feito antes do oral.

Era uma manhã luminosa e quente de verão e estávamos numa das salas do Departamento de Física da FNFfi, no 4º andar do prédio da Av. Antônio Carlos nº 40, onde – depois da mudança para o Fundão, como Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IF-UFRJ) – voltou a funcionar a antiga Casa d'Itália, que havia sido confiscada durante a guerra.

Apesar do meu nervosismo – inerente à minha condição de estudante candidata ao curso de Física – ao prestar exames, a minha primeira impressão sobre a Professora Neusa foi das melhores. Reconheci, de imediato, na sua personalidade, uma pessoa simples, despojada de vaidade e sem altivez, o que me levou a um nível de descontração considerável. Foram aprovados seis candidatos, e eu estava entre eles.

Depois, no decorrer do meu curso de Física, frequentei assiduamente o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) na sua nova e recém-inaugurada¹ (início de 1951) instalação na Praia Vermelha,

¹ Antes de sua sede na Praia Vermelha, o CBPF funcionava desde junho 1949 na Rua Álvaro Alvim, 21, Cinelândia, no Centro do Rio de Janeiro, e lá Neusa já participava da pesquisa em Física.

especialmente construída com dinheiro doado pelo banqueiro Mário de Almeida. Desde então, foi lá onde mantive contatos frequentes com Neusa, até sua aposentadoria em 1996. Em particular, os contatos se acentuaram bastante entre 1969 e 1971, quando participamos juntas da mesma experiência sobre radiação cósmica. Guardo na memória o grande prazer que tive em trabalhar ao seu lado. Era muito bom compartilhar, todos os dias, no trabalho, momentos de extrema satisfação com esta figura íntegra, agradável, simpática e competente.

O árduo trabalho ao microscópio e a análise dos dados eram intercalados com conversas hilárias e muito agradáveis do dia a dia de nossas vidas (Figura 1).



Figura 1. Eu e Neusa na frente do CBPF em meados da década 1950. Crédito: Arquivo Pessoal Anna Endler

2 Infância

Neusa nasceu em Campos, Estado do Rio de Janeiro, em 29 de agosto de 1926. Seu pai, Salim Margem, e sua mãe, Sumaia Faquer Margem, eram libaneses que imigraram para o Brasil. Tiveram aqui cinco

filhos: três meninas e dois meninos. Quando Neusa tinha um mês de nascida, a família mudou-se para o Rio de Janeiro. O Sr. Salim era negociante de artigos de couro e trabalhava no comércio com representação da marca Groelandia. A vida desses imigrantes não era fácil, e imperava na família rigidez e uma requintada simplicidade. O Professor Alfredo Marques, que conheceu o Sr. Salim, publicou nas Notas Internas do CBPF (MARQUES, 1996): “De seu pai guardei a lembrança do encantamento pelos filhos, tendo sempre uma breve história acerca de cada um, que narrava com orgulho e prazer”.

As qualidades que tanto admirei na Neusa – integridade, retidão, perseverança, tolerância e dedicação – ela herdou ou adquiriu neste salutar meio familiar.

Neusa frequentou a escola municipal Colégio Rivadávia Correa, na Av. Presidente Vargas. Lá, ela completou seu curso secundário em 1942, aos 16 anos de idade (Figura 2).



Figura 2. Retrato de formatura de Neusa. Ela está na segunda fileira de cima para baixo, de chapéu preto, sendo a segunda da esquerda para a direita. Crédito: Arquivo Pessoal Neusa Amato

3 Interesse em Física


Neusa foi ótima aluna no colégio e interessava-se principalmente por ciências. Ao finalizar seus estudos do Ensino Médio, demonstrou interesse em cursar uma faculdade de ciências. Esta ideia foi combatida veementemente por seus familiares, que, por serem comerciantes, não entendiam sua vocação científica e tentaram fortemente que ela desistisse da ideia, propondo que ela fosse procurar emprego, pois a situação financeira familiar não era satisfatória. Porém, seu professor de Física do colégio, Plínio Sussekind da Rocha (Figura 3), tendo tomado conhecimento de que sua brilhante aluna, por razões familiares, não iria continuar seus estudos pois necessitava trabalhar, incentivou-a a ingressar na faculdade, ministrando-lhe aulas particulares gratuitas para o vestibular de Física da FNFfi.



Figura 3. Professor Plínio Sussekind da Rocha em 1942. Crédito: Arquivo Pessoal Neusa Amato

Neusa foi aprovada no vestibular, bacharelou-se em Física em 1945 aos 19 anos e licenciou-se em 1946, tendo registrado seu diploma em 1947 (Figura 4).

Inicialmente, Neusa trabalhou como professora de Física no Colégio Assunção e no Colégio de Aplicação da Universidade do Brasil. No entanto, o que realmente desejava era trabalhar em pesquisa. Ela destacou-se como aluna no curso de Física, e o Professor César Lattes convidou-a para trabalhar com a Professora Elisa Frota-Pessoa, no recém-fundado CBPF, que, à época, ainda funcionava na Rua Álvaro Alvim, 21.

 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E SAÚDE
DEPARTAMENTO NACIONAL DE EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE ENSINO SECUNDÁRIO

**Certificado de Registo de Professores formados por Faculdades
de Filosofia, Ciências e Letras**


Nome..... NEUSA MARGEM

Licenciada pela FACULDADE NACIONAL DE FILO-
SOFIA DA UNIVERSIDADE DO BRASIL.....

Curso..... FÍSICA

Registado nesta Divisão sob número..... F- 1.131 em
..... 6 de outubro de 1.947

Disciplinas..... Física - Matemática - 1º e 2º
..... ciclos.....
..... Ciências Naturais no 1º ciclo.....

 *Neusa Margem*
Rubrica do professor

César Lattes
Diretor Geral do Departamento Nacional de Educação

Imp. Nacional — 14.303

Figura 4. Neusa em sua formatura, e seu registro do diploma de conclusão de licenciatura. Crédito: Arquivo Pessoal Neusa Amato

4 Criação do CBPF

Em 1947, a descoberta e detecção de uma nova partícula, o méson π , por Lattes (Figura 5), Hugh Muirhead, Giuseppe Occhialini e Cecil Frank Powell, no laboratório H.H. Wills, na Universidade de Bristol, Inglaterra, foram fundamentais para a criação do CBPF. Essa partícula, com as propriedades previstas para ser o *quantum* da força nuclear, tinha sido prevista em 1935 pelo físico japonês Hideki Yukawa e havia grande expectativa pela sua detecção. Portanto, a sua descoberta foi de grande relevância para o desenvolvimento da Física de Partículas, tendo Powell ganhado, em 1950, o Prêmio Nobel por esse trabalho e pelo desenvolvimento da técnica das emulsões nucleares.

No entanto, foi a detecção por Lattes e Gardner, de mésons π , produzidos pelo choque de partículas, usando o sincrociclótron de Berkeley, Califórnia, nos EUA, que ganhou a atenção de jornais e revistas no mundo todo, como “A nova descoberta da América”, e com isso, desencadeou a criação de um centro de pesquisas em Física no Brasil, o CBPF. A revista *Science News Letters* estampou o retrato de Lattes e Gardner em sua capa e noticiou o feito duas vezes. Além disso, duas reportagens apareceram na revista *Time-Life*, e o jornal diário *New York Times*, que cobriu o feito com destaque, elegeu a produção artificial de mésons π o resultado mais importante da Física naquele ano de 1948. Deu-se destaque à possibilidade de se empregar a nova partícula para a produção de energia.



Figura 5. César Lattes em 1947. Crédito: CBPF

Aproveitando a repercussão na imprensa da época, professores da FNF_i, como José Leite Lopes, Jayme Tiomno, Guido Beck e outros, mobilizaram-se e fundaram o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), em 1949, como uma sociedade civil sem fins lucrativos, com 116 sócios-fundadores.

O apoio político (e principalmente financeiro) do então Ministro João Alberto Lins de Barros garantiram o pronto funcionamento da nova instituição. Foi, então, criada a primeira diretoria, com Lins de Barros como presidente, o Contra-Almirante Álvaro Alberto como vice presidente, e Lattes como diretor científico.

Foi em 1950, ainda na sede da Álvaro Alvim, que, a convite de Lattes, Neusa começou como pesquisadora voluntária, sem receber salário – continuando por isso a lecionar nas escolas secundárias antes mencionadas – e iniciou uma colaboração de pesquisas com Elisa Frota-Pessoa que durou vários anos. Elas foram as pioneiras na pesquisa em Física no Brasil, vencendo fortes barreiras preconceituosas da participação feminina.

O clima efervescente do ambiente de pesquisa do CBPF a contagiou, e, em março de 1951, ela abandonou os colégios e foi admitida em tempo integral no quadro permanente do CBPF, onde trabalhou até sua aposentadoria compulsória, em 1996.

Foi no início desse ano de 1951 que o CBPF se mudou para seu novo prédio na Praia Vermelha – esse prédio existe até hoje e é nele que funcionam atualmente o Centro Latino-Americano de Física e outras sociedades científicas.

O CBPF sempre desempenhou um papel fundamental no cenário científico nacional, tendo recebido vários professores visitantes de renome internacional, e foi muito importante na formação de físicos brasileiros e latino-americanos, bem como no desenvolvimento da Física no Brasil (Figura 6).



Figura 6. Frequentadores do CBPF. Neusa está sentada na primeira fileira, na quarta posição, ao lado do Professor Feynman, seguido por Elisa e pelo Professor Guido Beck. Lattes, de terno claro, está em frente a Neusa, do lado oposto da mesa. Crédito e fonte: CBPF

É verdade que o CBPF atravessou crises financeiras e políticas difíceis de ser vencidas até que, em 1976, foi incorporado ao Conselho Nacional de Pesquisas e Desenvolvimento (CNPq) e, em 1985, ao hoje Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Neusa trabalhou no CBPF por 46 anos, enfrentando todas as crises que apareciam, e foi um marco na história da instituição pela sua competência, dedicação e carisma, desenvolvendo sempre projetos de pesquisa de ótima qualidade.

5 Primeiro trabalho científico publicado do CBPF

O primeiro trabalho científico publicado pelo recém-criado CBPF foi o de Neusa Margem (seu nome de solteira) e Elisa Frota-Pessoa, intitulado “Sobre a desintegração do méson pesado positivo”. Saiu nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (22, 371) em 1950. O trabalho versa sobre o estudo do modo eletromagnético de desintegração do

méson π^+ observado em emulsões nucleares irradiadas em exposição ao feixe do acelerador de Berkeley.

Este trabalho foi realizado antes mesmo de o CBPF ter se mudado para sua sede própria na Praia Vermelha, ainda funcionando precariamente nas quatro salas da Rua Álvaro Alvim. Tudo ainda era muito improvisado. Os microscópios que Elisa e Neusa usaram foram emprestados pelo Instituto de Química Agrícola e da Polícia, e as emulsões foram expostas ao feixe do acelerador de Berkeley e trazidas ao Brasil por Lattes, em seu retorno a este país em 1949. O trabalho teve grande repercussão internacional, pois se tratava de um tema da maior atualidade científica, levando o nome do CBPF a ser reconhecido e respeitado internacionalmente. O artigo trazia informações importantes sobre a universalidade da força fraca de interação.

6 Viagem a Turim

Em 1º de março de 1951, já no pavilhão Mário de Almeida, Neusa e Elisa montaram a Divisão de Emulsões Nucleares do CBPF, treinando dezenas de microscopistas para o trabalho de analisar interações de partículas que deixavam rastros em emulsões nucleares. Tratava-se de um aprendizado difícil e cauteloso, exigindo muita dedicação e paciência. Neusa conseguiu criar e manter a Divisão de Emulsões Nucleares por muito tempo com grande dedicação, controlando o trabalho diário das microscopistas, para que as medidas fossem confiáveis e de alta qualidade. Suas qualidades de perseverança e competência transformaram a Divisão de Emulsões Nucleares do CBPF num marco característico da instituição nas primeiras décadas de sua existência. Muitos estudantes na época (hoje, físicos renomados) foram seus estagiários.

Depois da descoberta do méson π , seguiu-se imediatamente, no mesmo ano, a observação da existência de partículas instáveis mais pesadas que o méson π , denominadas partículas estranhas. Elas foram chamadas de estranhas porque elas eram produzidas em interações nucleares com uma probabilidade relativamente grande em comparação com sua vida média longa. Hoje, atribuímos este nome de partículas estranhas mais precisamente ao fato de terem em sua composição

pelo menos um quark s (estranho). Elas foram observadas em câmaras de Wilson ao nível do mar e em emulsões nucleares expostas à radiação cósmica em voos de balão.

O grupo de emulsões nucleares da Universidade de Turim, Itália, tinha um programa de detecção de partículas estranhas observadas em emulsões nucleares expostas à radiação cósmica em voos de balões.

O professor Gleb Wataghin, então na Universidade de Turim para fugir da guerra que se alastrara na Europa, veio para São Paulo e foi muito importante na criação do Departamento de Física da Universidade de São Paulo (USP) – por isso é considerado o pai da moderna Física brasileira. Terminada a guerra, ele voltou para Turim, mas continuou a ter muito contato com físicos brasileiros (Figura 8).

Em 1958, Neusa foi convidada pelo Professor Wataghin – agora, diretor do Instituto de Física da Universidade de Turim – para continuar suas pesquisas com o grupo de emulsões nucleares daquele instituto. Ela aceitou o convite e, contemplada com uma bolsa de estudos do CNPq, participou de trabalhos de pesquisa em emulsões, por um ano, na Itália. Publicou um trabalho na revista científica *Nuovo Cimento* sobre as interações dos mésons estranhos K (Figura 9).

Em agosto daquele ano, período de férias coletivas na universidade, em Turim, Neusa aceitou o convite de uma amiga e colega para visitar a Sicília. Lá ela conheceu seu futuro marido, Gaetano Amato.

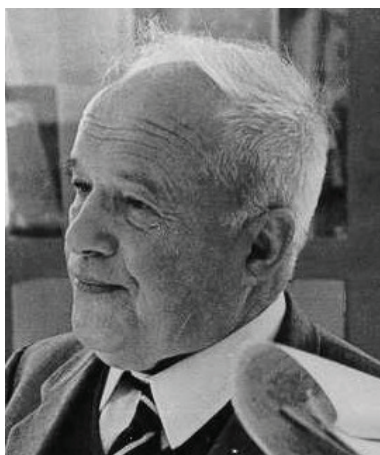


Figura 8. Gleb Wataghin, um dos fundadores do Instituto de Física da USP. Crédito: IF/USP



Figura 9. Neusa em Turim. Crédito: Arquivo Pessoal Neusa Amato

7 Casamento e família

Como Neusa não aceitasse deixar seu trabalho no CBPF no Brasil e passar a viver na Itália, Gaetano decidiu mudar-se para o Brasil e, em 1962, chegou no Rio de Janeiro.

Casaram-se nesse mesmo ano e passaram a morar por três anos na casa dos pais de Neusa (Figura 10).

Para Gaetano, as dificuldades de adaptação foram grandes, apesar da acolhida hospitaleira da família da Neusa. Foi muito difícil Gaetano encontrar emprego em solo brasileiro e, por muito tempo, ele ajudou Sr. Salim, pai da Neusa, nos negócios.

Alfredo Marques, que teve um convívio razoavelmente intenso com Neusa e família, escreve em *Ciência e Sociedade* (MARQUES, 2007): “Os laços de amizade que tinha com Neusa Amato se estenderam, natural e fraternalmente a seu marido, com quem tive convívio repleto de momentos de inesquecível alegria. Defendia intransigentemente a azurra e nos encontros futebolísticos Brasil-Itália esgrimíamos nossas nacionais retóricas em clima festivo e muito alegre. Nunca se

destemperou, nunca ouvi dele expressão grosseira ou chula; discordava com amplo sorriso delicioso, contagiante”.



Figura 10. Foto do casamento de Neusa e Gaetano. Crédito: Arquivo Pessoal Neusa Amato

Da união de Neusa e Gaetano, nasceram dois filhos: Sandra em 1963 e Sérgio em 1965 (Figura 11). Enquanto Sandra sempre foi muito estudiosa, Sérgio interessava-se demais por esporte (futebol) e dava muito trabalho a Neusa para controlar suas tarefas escolares.



Figura 11. Os filhos, Sandra e Sérgio. Crédito: Arquivo Pessoal Neusa Amato

O casal comprou um apartamento em Laranjeiras, e a vida cotidiana de Neusa era complicada, pois deveria conciliar o trabalho de pesquisa no CBPF com os afazeres domésticos, numa época em que ainda não era comum mulheres trabalharem fora e, portanto, não poderia contar com as facilidades de ajuda no cotidiano que já existem hoje em dia.

Mas, como diz sua filha, Sandra – hoje, competente professora associada de Física da UFRJ –, sua mãe nunca relaxou na educação dos filhos e não levava para casa problemas do desenvolvimento de suas pesquisas no CBPF, dedicando-se exclusivamente à família quando voltava para casa depois do trabalho no instituto.

Prestou sua função de mãe tão eficazmente quanto desempenhou sua carreira científica.

Infelizmente, em 1978, Gaetano faleceu, aos 52 anos de idade, vitimado de ataque cardíaco e deixou Neusa com toda a carga da família. Sozinha, Neusa deu aos dois filhos carinhosa atenção e uma formação primorosa, sem prejuízo algum a seus compromissos profissionais.

Neusa desdobrou-se no instituto e no lar, desempenhando ambas as tarefas com dedicação e competência.

8 Participação na Colaboração Brasil-Japão em raios cósmicos

Neusa continuava a colaborar com Elisa Frota-Pessoa, dando prosseguimento aos trabalhos de pesquisa, utilizando a técnica da análise de interações nucleares observadas em emulsões nucleares.

Em 1963, eu voltei de uma estada de quatro anos da Alemanha e, por intermédio de Alfredo Marques, aceitei o convite do Professor Lattes para implantar, na Divisão de Emulsões do CBPF, nova técnica de análise de interações da radiação cósmica através da observação dos chuviros eletromagnéticos desenvolvidos em câmaras de emulsões. Tratava-se da chamada Colaboração Brasil-Japão (CBJ), envolvendo universidades do Japão e a Universidade de São Paulo.

Enquanto Neusa e Elisa continuavam em seu trabalho com emulsões, eu e duas microscopistas (Figura 12) iniciávamos o trabalho de analisar o desenvolvimento das cascatas eletromagnéticas em câmaras de emulsões e chumbo na CBJ.

Esta técnica já estava sendo desenvolvida na USP, sob a direção do Professor Lattes. Foram necessárias várias viagens a São Paulo para transferirmos a técnica da USP para o CBPF.



Figura 12. Terezinha Villar, uma das duas microscopistas que iniciaram comigo a CBJ no CBPF; trabalhou neste projeto até sua aposentadoria. Crédito: Arquivo Pessoal Terezinha Villar

Nesse período, tive contatos diários com Neusa, pois, apesar de trabalharmos em projetos distintos, utilizávamos a mesma sala dos microscópios do CBPF. Foi, então, que conheci Neusa mais de perto e pude admirar suas qualidades, como pessoa física e como profissional.

Entretanto, em 1966 tive de voltar para a Alemanha e pedi à Neusa que assumisse a liderança, no CBPF, do trabalho por mim iniciado na CBJ. Ela aceitou e, quando voltei para o Brasil, em início de 1969, passamos a trabalhar juntas no mesmo projeto.

Aquele foi um agradável período de minha carreira científica. Trabalhávamos com afinco, e era um prazer para mim compartilhar com Neusa o dia árduo da análise dos dados científicos. Era muito divertido ver como Neusa lidava com o Professor Lattes, que liderava o grupo de São Paulo e amava visitar o CBPF. Ele nos visitava frequentemente e dividia comigo e Neusa uma sala onde estavam nossas três mesas de trabalho.

Neusa sabia como ninguém lidar com o Professor Lattes, que era uma pessoa difícil, exigindo muita adaptação à sua metodologia de trabalho. Mas Neusa não se abalava e impunha, sem medo algum, suas opiniões e modo de agir. Sendo o Professor Lattes temperamental e, muitas vezes, descontrolado, eu sempre tinha receio de que as divergências de opiniões de Lattes e Neusa acarretassem, na sala onde nós três trabalhávamos, alguma explosão do Lattes, como era costume se observar em outras ocasiões com outras pessoas.

Mas, para meu espanto, isto nunca aconteceu na nossa sala. O Professor Lattes retirava sua opinião e concordava com a da Neusa, pedindo até desculpas. Eu assistia a tudo isso pasma de surpresa. Era Neusa quem determinava todo o desenvolvimento do trabalho; inclusive, quem deveria assinar os trabalhos, discordando, com toda sabedoria, da indicação proposta pelo Professor Lattes.

Em 1971, desliguei-me da CBJ e fui trabalhar em colaborações também na área das interações a altas energias, mas agora em aceleradores. E Neusa assumiu integralmente o grupo do CBPF na CBJ.

O grupo cresceu, teve muitos estagiários e estudantes de mestrado e doutorado. Neusa foi incansável treinando um grande número

de microscopistas, recebendo muitos estudantes brasileiros e latino-americanos. Estabeleceu colaborações com a Universidade Federal Fluminense (UFF) e a UFRJ.

Os trabalhos da CBJ se desenvolveram com resultados de grande impacto na comunidade científica. Por exemplo, foi detectada uma interação de altíssima energia (10^{17} a 10^{18} eV), que foi batizada de Andrômeda. Foram detectados eventos em que não apareciam cascatas eletromagnéticas provenientes de π^0 e somente de π^+ e π^- . Estes eventos foram denominados Centauros.

A CBJ antecipou resultados depois obtidos com aceleradores, como a lei da similaridade (scaling); o aumento da multiplicidade de pions (mésons π) com a energia; e o aumento do momento transversal médio com a multiplicidade.

O grupo recebeu muitas visitas de renomados professores japoneses como os Professores Fujimoto (Figura 13), Hasegawa e Taketani, grandes líderes da Física do Japão.

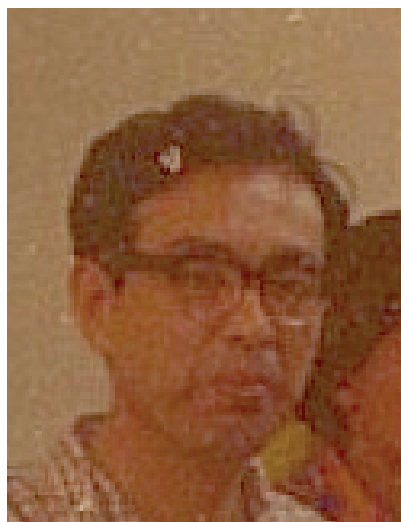


Figura 13. Professor Fujimoto em 1968. Crédito: Arquivo CBPF

9 Prêmio

Em 1996, ano de sua aposentadoria, Neusa foi agraciada com a Medalha CNPq de Honra ao Mérito, por indicação do Professor Odilon Tavares, chefe do DNE do CBPF à época.

Referências

Esta biografia se baseia muito no conteúdo das seguintes publicações do Alfredo Marques que conheceu profundamente Neusa e sua família.

MARQUES, A., *À Minha Amiga Neusa Amato*; Publicação do CBPF -Notas Internas DNE-03 1996.

MARQUES, A., *Neusa Amato dos Vinte aos Oitenta*; Publicação do CBPF – Ciência e Sociedade CBPF-CS-001/07 2007.

E também na publicação:

MELO, H.P. e RODRIGUES, L. M. C. S., *Pioneiras da Ciência no Brasil*, SBPC 2006.

Agradecimentos

Agradeço à física Sandra Amato, filha de Neusa, pelo acompanhamento e apoio na elaboração desta biografia, dando muitas informações familiares, fornecendo fotos e lendo o artigo.

À física Lígia Rodrigues, agradeço a cópia da última entrevista feita com a Neusa e a biografia que saiu publicada no livro *Pioneiras da Ciência no Brasil*.

Meus agradecimentos ao físico Odilon Tavares e a Terezinha Villar, pela leitura do manuscrito e pelas boas sugestões, e ao Cássio Leite Vieira, conhecedor de grande parte do assunto, pela leitura, melhoria e padronização do texto.

Amélia Império Hamburger (1932-2011): ciência, educação e cultura

Olival Freire Jr.

A física e professora universitária Amélia Império Hamburger (1932-2011) dedicou-se intensamente a diferentes esferas da vida social. Além da pesquisa em física, Amélia Hamburger atuou em áreas relacionadas à educação, história e epistemologia da física, e cultura; desenvolvendo também permanente participação política, particularmente em entidades profissionais. Um olhar sobre a vida de Amélia abre uma perspectiva sobre as vicissitudes que marcaram estas atividades na história do Brasil em seu tempo de vida. Amélia e seu esposo, Ernst Hamburger, ambos professores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), carregaram juntos as marcas do tempo da ditadura militar instalada em 1964, tendo sido arbitrariamente presos em dezembro de 1970. Os Hamburger criaram cinco filhos: Esther, Sônia, Carlos (Cao), Vera e Fernando. O legado de Amélia Hamburger está vivo nos familiares, amigos, colegas e alunos que testemunharam a generosidade, o talento e o entusiasmo com os quais ela se dedicava a todas as atividades. Um registro biográfico como este, para além de uma justa homenagem, é algo que contribui para a memória da ciência na história do Brasil.¹

Amélia Império ingressou no curso de Física da USP em 1951. Seu interesse pela física derivou de suas habilidades em matemática, mas ela não queria fazer matemática porque achava uma coisa muito abstrata, logo, por proximidade, dirigiu-se à física. Incluíam-se entre

1 Este texto apoia-se largamente em entrevistas concedidas em 2007 por Amélia e Ernst Hamburger a Olival Freire Jr. e Antonio Augusto Passos Videira nos marcos do projeto “Os físicos brasileiros e o regime militar: a visão de seus protagonistas”. Este projeto contou com o apoio financeiro do CNPq.

os colegas da sua turma Ernst Hamburger, H. M. Nussenzveig, Newton Bernardes e Ewa Cybulska. Alguns cursos marcaram significativamente a experiência da graduação: Física Teórica e Mecânica Quântica, ministrados por David Bohm, norte-americano perseguido pelo macartismo, então professor da USP; e Mecânica Analítica, com Mário Schenberg.²

Ainda na graduação, Amélia começou seu treino na pesquisa em física experimental durante estágio na equipe que construía o Gerador de Van der Graaf. Amélia foi influenciada pelo aprendizado prático envolvido (trabalhar no torno, soprar vidro, soldar eletrônica, montar circuitos) e pelo estilo tanto de Oscar Sala, líder do projeto, quanto de Philip Smith, norte-americano então trabalhando na USP. Da experiência com Sala, ela lembrava-se sempre do modo como ele valorizava o relacionamento com os técnicos do laboratório.



Amélia Império Hamburger (1932-2011). Foto: Lucia Mindlin Loeb

Os anos iniciais da graduação foram também anos de intensa participação política, com a greve estudantil de dois meses contra a Lei

2 Sobre a estada de David Bohm no Brasil, ver (FREIRE JR., 2005).

23.51, um projeto de lei que permitiria a qualquer profissional, e não apenas aos licenciados, ministrar aulas no ensino secundário. O engajamento político de Amélia, contudo, antecedia a sua chegada à universidade, tendo participado do círculo familiar do sanitarista Samuel Pessoa, ligado ao PCB, e extrapolou os muros da universidade. Amélia guardou vivas lembranças da experiência de coletar assinaturas em 1952 em bairros populares da capital paulista para a campanha pela paz mundial. Também participou ativamente da campanha “O petróleo é nosso”, e achava que podia estudar física para ajudar a encontrar e extrair o petróleo do chão. À época, ainda não existiam cursos de geofísica no Brasil.

Com a graduação concluída e já casada com Ernst, os Hamburger enfrentam a primeira das tantas circunstâncias temporárias adversas que têm assolado a história da ciência no Brasil. Em 1955, o governador eleito de São Paulo, Jânio Quadros, congela as verbas destinadas à USP, universidade estadual, abrindo uma crise na universidade. Nesse momento, e relacionado a esta crise, o norte-americano John Cameron, que estava integrado ao esforço de construção do Van der Graaf, retorna aos EUA. Os Hamburger decidem acompanhar Cameron para a Universidade de Pittsburgh. Depois deste período em Pittsburgh, John Cameron mudaria de área de pesquisa, da física nuclear para a física médica, assumindo posições na University of Wisconsin, Madison.³ Chegaram no início de 1957 e ficariam até 1959. A mudança não foi de todo desagradável pois, conforme Ernst, “de alguma forma nós achávamos que a gente precisava sair pra progredir, pra aprender mais”. Para Amélia foi um tempo de aprendizado quanto ao desenvolvimento de pesquisas, mas também uma experiência que mostrou que o que havia sido aprendido na USP colocava os brasileiros em condições pelo menos de igualdade com os estudantes norte-americanos. Amélia continuou trabalhando em física nuclear experimental, e desta estada resultaram três trabalhos publicados em revistas norte-americanas – (MOORE et al., 1958), (MAYO; HAMBURGER, A. I., 1960) e (HAMBURGER, A. I., 1960) –, um dos quais assinado apenas por Amélia. Estas pesquisas

3 Sobre a trajetória de Cameron, ver <<http://hps.org/aboutthesociety/people/inmemoriam/JohnCameron.html>>, acesso em 26 dez. 2013.

exploravam as reações nucleares de átomos do C^{14} atingidos por dêuterons, resultando na produção de C^{13} e trítons. Os valores observados das distribuições angulares destas últimas partículas eram comparados com valores previstos por modelos teóricos. Estes trabalhos despertaram a atenção de Fay Ajzenberg-Selove, conhecida física nuclear norte-americana, interessada na questão da participação das mulheres na física. Assim, o propósito de Ajzenberg-Selove, então Fay Ajzenberg, de manter uma interação com Amélia derivava tanto do interesse profissional intrínseco, reações nucleares, quanto do interesse da física norte-americana no problema da escassa participação das mulheres na física, um tema que não é alheio ao escopo do presente volume dedicado à presença das mulheres na física. Amélia retorna de Pittsburgh em 1960 com o título de Mestre e assume posição na USP. Ao lado dos encargos didáticos, ela dá continuidade à pesquisa em física nuclear experimental, publicando trabalhos com Ernst (HAMBURGER, A. I.; HAMBURGER, E. W., 1963) (HAMBURGER, A. I.; HAMBURGER, E. W., 1965).

Em 1965, os Hamburger tomam de novo o caminho dos Estados Unidos. Ernst, para uma posição na University of Pittsburgh, Amélia vai para a Carnegie Mellon, na mesma cidade de Pittsburgh, onde se encontravam os físicos brasileiros Fernando e Susana de Souza Barros. Desta vez, o ultimato para a viagem não foi a crise de verbas na universidade, mas o golpe civil e militar em abril do ano anterior, o qual colocou muitos brasileiros, forçada ou preventivamente, no caminho do exterior. A nova estada em Pittsburgh foi menos profícua para Amélia, em termos profissionais. Sergio De Benedetti, com quem ela pretendia trabalhar, havia saído da área de física nuclear. Amélia não desanimou e começou a trabalhar com física do estado sólido. Deste estágio resultou um artigo que seria publicado apenas em 1973 (HAMBURGER, A. I.; FRIEDBERG, 1973), por razões que comentaremos melhor mais adiante. Além da mudança de área de investigação, também pesava desfavoravelmente o fato de Amélia ter as suas energias divididas entre os quatro filhos pequenos e o trabalho de pesquisa. Esta circunstância limitava a possibilidade de oferta de trabalho em universidades no exterior. Ernst tinha proposta de trabalho tanto nos EUA quanto na Europa, mas prevaleceu

a vontade de Amélia na decisão do regresso ao Brasil e à USP em 1967. Os Hamburger desembarcaram em um Brasil com as universidades em ebulição política lutando por melhores condições de ensino e por liberdades políticas. Amélia lembrou deste período a participação em passeatas com seu velho professor, Mário Schenberg.

Em dezembro de 1968, o país sofreria uma nova mudança política com a edição do Ato Institucional número 5 (AI-5), o qual atribuía poderes ilimitados ao regime militar, um verdadeiro golpe dentro do golpe, ou, nas palavras de Ernst, uma “transição da ditadura para a tirania”. As universidades, e a comunidade dos físicos, sofreram de imediato as consequências do regime político vigente. Com base no AI-5 e na legislação arbitrária nele apoiada, foram aposentados compulsoriamente e tiveram seus direitos cassados muitos professores universitários. Quanto aos físicos, a USP e o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) foram particularmente atingidos com a aposentadoria de Mário Schenberg, Jayme Tiomno, José Leite Lopes e Elisa Frota-Pessoa. Teve início uma longa fase de repressão política, mas também de resistência. Ernst desempenhou um papel de liderança no soerguimento da Sociedade Brasileira de Física (SBF), que tinha tido diretores cassados. A residência do casal Hamburger, próxima da cidade universitária, transformou-se em abrigo para muitos dos estudantes perseguidos quando da invasão do CRUSP, residência universitária, e também em outros momentos.

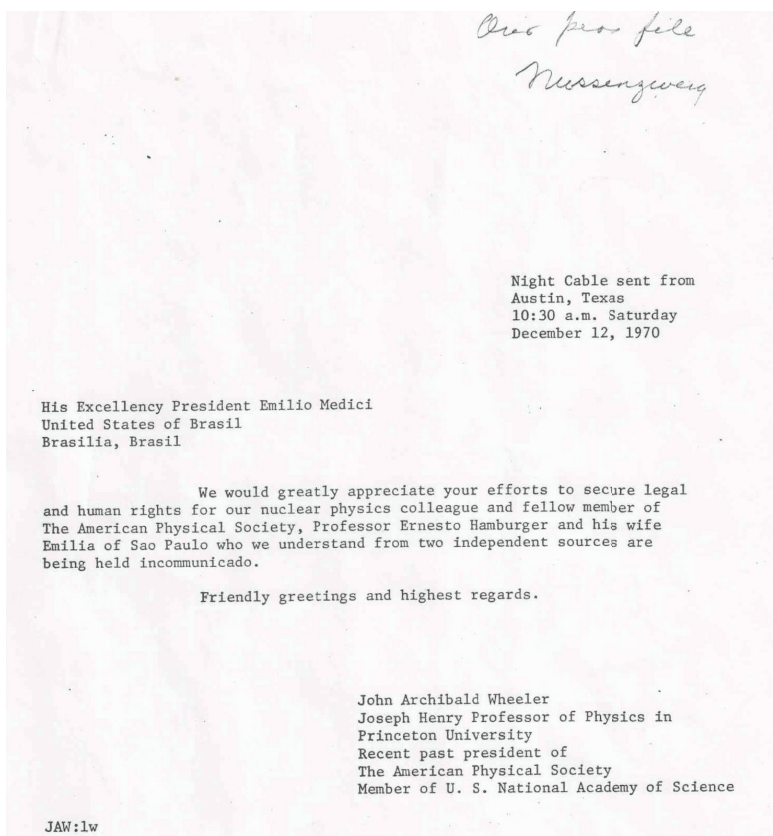
No início de dezembro de 1970, o casal Hamburger conheceria a face mais hedionda do terrorismo de Estado vigente à época. Na sequência da prisão de José Raimundo da Costa, um dos líderes da organização política de resistência armada denominada Vanguarda Popular Revolucionária (VPR), o endereço do casal chegou às mãos dos órgãos de repressão política como residência onde militantes desta organização teriam sido abrigados. Em 5 de dezembro, o casal foi preso pelo DOI, inicialmente incomunicável. Entre as autoridades pelas quais passaram, estava o Delegado Sergio Fleury, notório torturador. Amélia ficaria presa uma semana, Ernst duas. Dezembro de 1970 era tempo de total restrição aos mais elementares direitos políticos no Brasil. A reação contra as prisões veio principalmente do exterior. Uma destas reações,

possivelmente de certa eficácia, veio do físico norte-americano John Archibald Wheeler, professor da Princeton University e ex-presidente da American Physical Society. Alertado por Moysés Nussenzveig, Wheeler telegrafou ao Presidente Garrastazu Médici na manhã de um sábado, 12 de dezembro de 1970: “We would greatly appreciate your efforts to secure legal and human rights for our nuclear physics colleagues and fellow member of The American Physical Society, Professor Ernesto Hamburger and his wife Emilia [sic] of Sao Paulo who we understand from two independent sources are being held incommunicado”. Três dias depois, Wheeler foi informado pelo físico Edward Purcell que o casal havia sido liberado. Wheeler registrou, ao lado desta informação: “letter as much harm as good. Make gov’t mad but cautious”.⁴ O protesto de Wheeler deve ser inserido no contexto do apoio, nos Estados Unidos, aos brasileiros vítimas das perseguições políticas durante a ditadura militar. Este apoio foi amplificado depois que Lincoln Gordon, que havia sido o embaixador dos EUA no Brasil em 1964 e ativamente apoiado o golpe civil e militar, passou a criticar abertamente o rumo adotado pelo regime brasileiro a partir de 1969 (GREEN, 2009, p. 187). Durante a fase do processo judicial, no qual seriam finalmente inocentados, o casal ainda sofreria restrições aos seus direitos fundamentais. Ernst foi impedido de sair para estágio no exterior e o casal desistiu de participar de Escola de Verão na Itália em 1972 pelas mesmas razões.⁵ Tanto da época da prisão quanto do julgamento, Amélia guardou também a lembrança da solidariedade dos colegas, além da demonstrada pela família. Lembra-se em particular das atitudes solidárias de Alceu de Pinho Filho e Luciano Videira, e da presença do colega Antonio Piza acompanhando as sessões do julgamento. A experiência também foi traumática para os filhos, mesmo que eles não tenham sido informados à época do efetivamente ocorrido e o assunto nunca tenha sido tratado por ela com as crianças. Seu filho Cao Hamburger, cineasta, sublimou

4 Cable from Wheeler to President Medici, 12 Dec. 1970, John Wheeler Papers, folder Nussenzveig, American Philosophical Society, Philadelphia.

5 Carta de Amélia Hamburger a G. Toraldo di Francia, 12 jul. 1972, Arquivos da Sociedade Italiana de Física, folders Escola Enrico Fermi, Bolonha.

criativamente esta experiência no belíssimo filme *O ano em que meus pais saíram de férias*.⁶



A recuperação do trauma da prisão foi para Amélia Hamburger uma história de superação e de reinvenção, mas também de perdas irreversíveis. A publicação, em 1973, do trabalho em física do estado sólido, intitulado “Magnetic Susceptibilities of $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ”, em coautoria com S. Friedberg (HAMBURGER, A. I.; FRIEDBERG, 1973), o qual havia sido seu supervisor na Carnegie Mellon, é um caso de superação. Conforme as lembranças de Amélia, “eu analisei esses dados em circunstâncias bem difíceis, [...] esse trabalho eu não terminei lá, eu vim

6 Sobre o filme, ver informações em <http://www.imdb.com/title/tt0857355/>, acesso em 27 dez. 2013.

terminar aqui e mandei para o Professor que tinha me proposto o tema, então foi um trabalho que me ajudou bastante a superar os traumas de 71. Esse trabalho foi imediatamente para a publicação no número da revista *Physica*, holandesa, em homenagem ao professor do Friedberg com quem eu havia trabalhado o tema.” O trauma psicológico relacionado à prisão trouxe também perdas irreversíveis, como a diminuição da capacidade de concentração em trabalhos de física mais teóricos. Ainda conforme suas lembranças, “logo no início de 70, eu tentei dar um curso de física matemática, [...], mas eu percebi que eu não podia estudar física matemática, não rendia, a minha cabeça não rendia, e hoje eu acho que, quando você tem a perturbação que atinge seu estado emocional, acho que a matemática fica bastante afetada, quer dizer, o cérebro não tem mais precisão pra se dedicar à matemática, daí então eu fui dar aulas em cursos da licenciatura, em instrumentação para ensino, eu dei quatro anos, depois evolução dos conceitos”. Ao longo da década de 1970, Amélia ensaiou voltar à pesquisa em física em estado sólido, mas esta atividade não deslanchou. Na mesma época, dedicou-se também ao debate sobre temas educacionais, em particular a formação de professores de ciências.

A reinvenção viria na década seguinte, quando Amélia identificaria uma nova área de pesquisa capaz de despertar sua paixão. Foi na interface entre história, epistemologia e ensino da física que Amélia se reencontrou e colocou seu talento e energia a serviço do desenvolvimento desta temática no país. A consolidação deste caminho foi influenciada por fatores diversos. Katya Aurani, no início da década de 1980, convidou-a para orientar seu mestrado em ensino de física com temas de termodinâmica. Convite aceito, Amélia começou a debruçar-se sobre os textos fundadores desta teoria física. Agindo como uma agitadora cultural, Amélia levou ao Instituto de Física, para cursos e palestras, uma série de pensadores do campo da filosofia, da lógica e da história da ciência. Entre eles, Michel Paty, físico francês que se havia convertido à filosofia da ciência, cujo nome fora sugerido pelos amigos Fernando e Susana Sousa Barros. Paty ministrou um curso sobre o livro que estava finalizando, posteriormente traduzido em português com o título *A matéria roubada*, e retomou uma história anterior de interações

com o Brasil que perduraria até os dias atuais. Amélia introduziu o lógico brasileiro Newton da Costa ao público dos físicos da USP. Trouxe Marilena Chauí para seminários, e fez o mesmo com o físico e epistemólogo italiano Marcelo Cini.

A reinvenção cristalizar-se-ia, já no final dos anos 1980, em uma ativa linha de pesquisa e verdadeira escola. Três publicações podem ilustrar a fecundidade destas atividades. Junto com Maria Amélia Dantes, do Departamento de História da USP, e os franceses Michel Paty e Patrick Petitjean, da Equipe REHSEIS do CNRS, Amélia organizou um volume dedicado ao estudo da colaboração científica entre França e Brasil desde fins do século XIX até meados do século XX (HAMBURGER, A. I. et al., 1996). Com Shozo Motoyama, também do Departamento de História da USP, e colegas participou de pesquisa sobre a história da FAPESP e editou um volume com depoimentos de pesquisadores que participaram da criação e consolidação desta agência estadual de apoio à pesquisa (HAMBURGER, A. I., 2004). O terceiro destaque foi o último grande empreendimento ao qual Amélia se dedicou, a publicação das obras completas de Mário Schenberg, cujo primeiro volume recebeu o Prêmio Jabuti 2010 na categoria de Ciências Exatas, Tecnologia e Informática (HAMBURGER, A. I., 2009). A qualidade da obra estabeleceu padrões para a publicação de obras escolhidas ou completas de cientistas por organizadores e/ou editores brasileiros.

Amélia Hamburger foi uma das principais responsáveis pela consolidação, no Brasil, de uma linha de pesquisa dedicada à história e epistemologia da física e suas implicações para o ensino de física. Orientou uma dezena de dissertações nesta linha no Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade Física da USP. Destes mestres, quatro realizaram também seu doutorado em áreas diversas e atuam em instituições de ensino superior brasileiras. Eles são: Ivone Freire da Mota e Albuquerque, Doutora em Física pela USP e Professora do Instituto de Física da USP; Cristiano Rodrigues de Matos, Doutor em Física pela USP e Professor do Instituto de Física da USP; Katya Aurani, Doutora em Epistemologia e História das Ciências pela Universidade de Paris 7 e Professora da UFABC; e Olival Freire Jr., Doutor em História da Ciência pela USP e Professor do Instituto de Física da UFBA. Paralelamente

à formação dos mestres e doutores, hoje pesquisadores, Amélia contribuiu tanto para a difusão desta linha de pesquisa no Brasil quanto para o impulso à internacionalização da pesquisa brasileira nesta mesma área. Ela participou da primeira conferência internacional dedicada à referida linha de pesquisa, em Tallahassee, Flórida, 1989 (HAMBURGER, A. I., 1990). Esta conferência deflagrou o movimento liderado pelo pesquisador australiano Michael Matthews, que passaria a editar, a partir do início da década de 1990, o periódico *Science & Education*. Matthews já visitou o Brasil algumas vezes; o Brasil já sediou uma conferência latino-americana sobre este tema, organizada por Cibelle Silva, e sediará a próxima conferência internacional, em 2015, no Rio de Janeiro, esta organizada por Marco Braga e Andreia Guerra. Podemos afirmar que parte do legado de Amélia Hamburger tem expressão na significativa presença brasileira nesta linha de pesquisa no cenário internacional.

A multifacetada atividade desenvolvida por Amélia Império Hamburger teve expressão também na sua participação em sociedades científicas, como a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, em que atuou particularmente na área editorial ligada à memória da ciência brasileira; a Sociedade Brasileira de Física, da qual foi fundadora – tendo colaborado na redação do primeiro estatuto –, membro de diversas comissões e diretora; a Sociedade Brasileira de História da Ciência, da qual foi fundadora; e a Associação dos Docentes da USP, da qual foi diretora. Amélia atuou também em pesquisas em psicologia da aprendizagem, com publicações na área; na edição de curso do Mário Schenberg, no início da década de 1980, que deu origem ao livro *Pensando a Física*; e na curadoria do legado do arquiteto e cenógrafo Flávio Império, seu irmão (IMPÉRIO et al., 1999). Por fim, mas não menos importante, Amélia Império Hamburger escreveu e publicou poesias que tiveram reconhecimento público, nas quais o leitor reconhecerá conexões entre as angústias da existência humana e conceitos que continuam a inquietar os físicos; conexões que aparecem no próprio título de uma coletânea de seus poemas *In forma ação da medida* (HAMBURGER, A. I., 2007).

Aqui, o Aleph

Este espaço de alma
Em interação com todos os povos
Além de americanos e latinos.

Dentro e fora de nós.
Topologia de Borges.

Em toda parte
A cada instante.
Teologia de Newton.

Amélia Império Hamburger

In: Amélia Império Hamburger, Memorial da América Latina, *Estudos Avançados*, 17(48), 338-343, [Fotos de Feco Hamburger], 2003.

Amélia Império Hamburger foi objeto de diversas homenagens quando do seu falecimento em abril de 2011. Expressiva homenagem aconteceu na abertura da 63ª Reunião Anual da SBPC, em julho de 2011, em Goiânia, com discurso da psicóloga e professora da USP Clotilde Rossetti Ferreira. Outra destas homenagens, na Câmara Municipal de São Paulo, por iniciativa do Vereador Jamil Murad, em 26 de setembro do mesmo ano, expressou, pela audiência e pelo número e diversidade dos oradores, o quanto da cultura e da história brasileiras carregam as marcas de sua ação.

Não poderia deixar de encerrar este texto com uma nota de caráter mais pessoal sobre minhas interações com Amélia, tendo sido por ela orientado no meu mestrado (1988-1990). Com Amélia aprendi o que significava o rigor em estudos históricos e epistemológicos, particularmente o papel do estudo cuidadoso dos originais das obras científicas e do contexto de cada uma delas. O meu trabalho de mestrado era uma análise dos debates sobre a interpretação da teoria quântica. O estudo cuidadoso dos artigos originais de Bohr e Einstein, particularmente os do debate de 1935, foi uma lição de conteúdo e de método em epistemologia. Contudo, a lição que mais prezo das interações com Amélia está relacionada ao papel dos valores na vida acadêmica. Acima de

tudo, a importância do encorajamento dos estudantes para uma carreira acadêmica a ser exercida com respeito, autonomia e com responsabilidade social. Certamente, todos os antigos alunos de Amélia foram marcados pela sua capacidade de encorajá-los em sua vida acadêmica, mas ousou dizer que comigo esta interação foi mais efetiva porque eu havia iniciado tardiamente uma carreira na pesquisa. Quanto à autonomia, aprendi na convivência com Amélia a estabelecer fronteiras entre a vida acadêmica e as dimensões, legítimas certamente, da política partidária e institucional e das convicções ideológicas. Amélia dizia que aprendera isto com Mário Schenberg. Para mim foi uma lição transformadora de vida.

Referências

FREIRE, O. 2005. Science and exile: David Bohm, the cold war, and a new interpretation of quantum mechanics. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 36, 1-34.

GREEN, J. N. 2009. *Apesar de vocês - Oposição à ditadura brasileira nos Estados Unidos, 1964-1985*, São Paulo, Companhia das Letras.

GREEN, J. N. 2010. *We cannot remain silent : opposition to the Brazilian military dictatorship in the United States*, Durham, NC, Duke University Press.

HAMBURGER, A. 1990. Epistemological and Historical Studies of Physics Concepts for Science Teaching. In: HEGERT, D. E. (ed.) *MORE HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE FOR SCIENCE TEACHING - First International Conference on History and Philosophy of Science for Science Teaching*. Tallahassee.

HAMBURGER, A. I. 1960. Analysis of (D,T) Pick-up Reactions. *Physical Review*, 118, 1271-1278.

HAMBURGER, A. I. (ed.) 2004. *Fapesp 40 anos: abrindo fronteiras*, São Paulo: EDUSP.

HAMBURGER, A. I. 2007. *In forma ação da medida*, São Paulo, FAPESP.

HAMBURGER, A. I. (ed.) 2009. *OBRA CIENTÍFICA DE MARIO SCHÖNBERG VOL. 1: De 1936 a 1948*. São Paulo: EDUSP.

HAMBURGER, A. I., DANTES, M. A., PATY, M. & PETITJEAN, P. 1996. *A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950)* São Paulo, EDUSP.

HAMBURGER, A. I. & FRIEDBERG, S. A. 1973. Magnetic Susceptibilities of $NiCl_2 \cdot 6H_2O$. *Physica*, 69, 67-75.

HAMBURGER, A. I. & HAMBURGER, E. W. 1963. Neutron-Proton Residual Interactions in the Y-89(D,P)Y-90 Reaction. *Physics Letters*, 4, 223-224.

HAMBURGER, E. & HAMBURGER, A. I. 1965. Energy Levels of Y90 from Y89(D,P)Y90 Reaction. *Nuclear Physics*, 68, 209-&.

IMPÉRIO, F., KATZ, R. & HAMBURGER, A. (eds.) 1999. *Flávio Império*, São Paulo: EDUSP.

MAYO, S. & HAMBURGER, A. I. 1960. Triton Angular Distributions from 14.8-Mev Deuterons on C-13. *Physical Review*, 117, 832-834.

MOORE, W. E., MCGRUER, J. N. & HAMBURGER, A. I. 1958. Angular Distributions of Tritons from the $C_{14}(D,T)C_{13}$ Reaction. *Physical Review Letters*, 1, 29-30.

Yvonne Mascarenhas: cientista, mestra e pioneira

Aldo F. Craievich



Resumo biográfico de Yvonne Mascarenhas

Yvonne Mascarenhas nasceu na cidade de Pederneiras, interior de São Paulo, no dia 21 de julho de 1931 (BELDA, FÁRIA, 2012). Em 1954, formou-se bacharel em Química pela Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro. Ingressou como professora de Física na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP) em 1956 e obteve seu doutoramento em 1963, em Físico-Química, pela USP. Nos anos de 1972 e 1973 realizou seu pós-doutorado pela Universidade de Harvard, nos Estados Unidos. Yvonne Mascarenhas foi uma das primeiras pesquisadoras a montar um laboratório de difração de raios X no Brasil, dando origem a um grupo de pesquisa que é, atualmente, referência internacional na área. Com essa equipe, ela realizou inúmeras pesquisas sobre determinações da estrutura de cristais de pequenas moléculas, além de análises estruturais de macromoléculas em solução e estudos para a determinação da estrutura molecular de proteínas. Em 1971, Yvonne fundou a Sociedade Brasileira de Cristalografia. Em 1998, foi admitida na Ordem Nacional do Mérito Científico na Classe da Grã-Cruz e recebeu

a Medalha Simão Mathias da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Em 2000 foi eleita Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e em 2006 recebeu o título de Professora Emérita outorgado pela Congregação do Instituto de Física de São Carlos. Em outubro de 2013 o CNPq lhe concedeu o título de Pesquisador Emérito. Atualmente, é Bolsista de Pesquisa IA do CNPq, Vice-Coordenadora do Instituto de Estudos Avançados da USP em São Carlos e Professora Sênior do IFSC-USP, onde mantém atividades de pesquisa.

1 Introdução

Entre 1961 e 1963, na época em que eu realizava meus estudos de graduação no Instituto de Física de Bariloche (atual Instituto Balseiro), na Argentina, ouvi pela primeira vez o nome de Yvonne P. Mascarenhas. Isso aconteceu em conversas informais com suas duas irmãs, Doracy e Zoraide, que também estudavam nesse Instituto da Patagônia argentina, ao pé dos Andes. Tomei conhecimento, posteriormente, de que Doracy e Zoraide haviam decidido estudar em Bariloche por sugestão de Sergio e Yvonne Mascarenhas, que tiveram informações “em primeira mão” sobre o Instituto de Física por intermédio de José Balseiro, seu criador, em uma visita que ele fizera a São Carlos nos últimos anos da década de 1950.

Meu primeiro contato pessoal com Yvonne ocorreu durante uma Reunião Conjunta do Grupo Ibero-Americano de Cristalografia e da Sociedade Chilena de Física realizada em Valdivia, no sul do Chile, em janeiro de 1972. Durante um passeio no rio Valdivia, além de impressionarmos-nos com as consequências ainda visíveis de um forte terremoto que tinha assolado aquela região, conversamos sobre seus projetos de desenvolvimento de um Laboratório de Cristalografia no Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC/USP) e sobre meus planos na Universidad Nacional de Córdoba, na Argentina, onde eu trabalhava. Ainda no Chile, Yvonne convidou-me para uma visita a São Carlos, para depois, eventualmente, me incorporar a seu projeto de desenvolvimento do Laboratório de Cristalografia. Depois de minha

primeira visita a São Carlos, em 1972, aceitei o convite de Yvonne para ingressar no IFQSC, o que ocorreu em março de 1973.

Meus contatos mais diretos com Yvonne ocorreram no período de 12 anos de meu trabalho no Instituto de Física e Química de São Carlos, entre 1973 e 1985. Para descrever os aspectos relevantes da carreira completa de Yvonne, desde a década de 1950, transcrevi alguns trechos de seus próprios depoimentos e também os de vários cientistas e alunos que apreciaram mais de perto seu trabalho, antes e depois do período acima citado. Utilizei também documentos de comunicação, principalmente aqueles associados a homenagens que Yvonne recebeu da Academia Brasileira de Ciências (FONTANETTO, OSWALDO-CRUZ, 2012) em 2010 e do Instituto de Física de São Carlos em 2011 (BLOG IFSC.USP, 2011). Outras fontes de diversos detalhes da biografia de Yvonne foram sua apresentação “A Cristalografia no Brasil” (MASCARENHAS, 2003) e o livro recentemente publicado *A Física em São Carlos: as primeiras décadas* (BELDA, FARIA, 2012).

As atividades científicas de Yvonne, que se iniciaram em 1958 e continuam até hoje, estiveram centradas principalmente no Laboratório de Cristalografia, que no decorrer do tempo formou sucessivamente parte de diferentes instituições da Universidade de São Paulo (USP):

- 1956-1971. Departamento de Física da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC);
- 1971-1994. Departamento de Física e Ciência dos Materiais do Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC);
- 1994-2013. Departamento de Física e Informática do Instituto de Física de São Carlos (IFSC).

Este capítulo não deve ser considerado como uma biografia completa de Yvonne Mascarenhas, mas representa a visão do autor sobre as características de Yvonne como cientista, mestra e pioneira, e sobre os aspectos mais relevantes de sua trajetória científica.

2 Primeiros passos

2.1 Os estudos no Rio de Janeiro

Yvonne obteve seu diploma de nível superior pelo curso de Química, na Faculdade Nacional de Filosofia (FNF) do Rio de Janeiro, no início da década de 1950. Nessa época, a disciplina Cristalografia era oferecida nesse curso aos alunos de Química por Elisiário Távora, do Departamento de Mineralogia e Petrografia do Curso de História Natural da FNF. Távora, na época, tinha voltado dos EEUU, onde havia completado seu doutoramento no Massachusetts Institute of Technology sob a orientação do conhecido cristalógrafo Martin Buerger. Alguns alunos de Elisiário Távora passaram a exercer, posteriormente, atividades de pesquisa na área da cristalografia, entre eles, Yvonne.

2.2 Início de atividades em São Carlos

Em 1956, Yvonne e Sergio Mascarenhas decidiram aceitar convite para trabalhar no Departamento de Física da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da USP. Em depoimento pessoal Yvonne lembra: “Nessa época a maioria dos físicos brasileiros se voltava para física nuclear enquanto nós, por influência de Joaquim da Costa Ribeiro, nos interessamos por física de materiais, em particular dielétricos” (BLOG IFSC.USP,2011).

O início das pesquisas cristalográficas em São Carlos ocorreu logo após a chegada de Sergio e Yvonne por dois motivos: a necessidade, ao começar suas atividades em física do estado sólido, de caracterizar suas amostras, principalmente para identificação dos materiais e orientação dos monocristais; e a existência de um gerador de raios X médico no Departamento de Física da EESC, adquirido previamente pelo professor francês Paul Devambé, que pretendia fazer estudos sobre danos de radiação ionizante em biomateriais. A troca deste aparelho por um gerador de raios X para difração foi negociada com a empresa fornecedora e logo efetuada.

Yvonne iniciou em São Carlos estudos cristalográficos de monocristais de naftaleno, comprovando as razões estruturais do comportamento anisotrópico das propriedades desse material. O seu interesse

pela cristalografia, que já havia sido despertado durante o curso de Elisiário Távora, cresceu com estes primeiros trabalhos porque concluiu que, sem um estudo cristalográfico paralelo, seria quase impossível a interpretação quantitativa das propriedades dos sólidos.



Yvonne Mascarenhas com o primeiro gerador para difração de raios X do Departamento de Física da Escola de Engenharia de São Carlos (1958). (Foto 1).

2.3 Estágio em Pittsburgh

Durante 16 meses, entre 1959 e 1960, Yvonne consolidou sua formação em cristalografia estrutural junto ao grupo dirigido por G. A. Jeffrey, pesquisador de origem inglesa, na Universidade de Pittsburgh. Brian Craven foi o seu primeiro orientador e com ele iniciou seu trabalho de tese participando da determinação da estrutura cristalográfica do ácido violúrico. Nesse estudo, descobriram que a estrutura desse ácido apresenta uma ligação de hidrogênio bifurcada, pela primeira vez observada experimentalmente.

3 A Sociedade Brasileira de Cristalografia

A ideia de criar uma Sociedade Brasileira de Cristalografia que congregasse os cristalógrafos e outros pesquisadores interessados

no tema, surgiu em São Carlos em fins da década de 1960 e somente foi adiante graças à iniciativa de Yvonne, que recebeu o estímulo da International Union of Crystallography (IUCr). Em depoimento pessoal (BLOG IFSC.USP, 2011), ela diz:

[...] resolvi fazer um levantamento através da própria IUCr e acrescentei os que conhecia. Tinha gente em Pernambuco (UFPe), em Minas Gerais, o pessoal do Instituto de Geociências da USP de São Paulo e mais do Rio Janeiro. Então fiz uma lista de todas as pessoas que eu imaginava que teriam interesse em fundar uma sociedade e fizemos uma carta circular, escrevendo que nós tínhamos essa intenção.

Assim, em 29 de outubro de 1971, foi fundada a Sociedade Brasileira de Cristalografia. Essa sociedade, atualmente denominada Associação Brasileira de Cristalografia (ABCr), organizou até hoje 21 reuniões e várias escolas de transcendências nacional e internacional.



Participantes de uma das primeiras reuniões da Sociedade Brasileira de Cristalografia no hotel Estância Suíça em São Carlos (1977). (Foto 2)

4 O Laboratório de Cristalografia

As atividades do Laboratório de Cristalografia do Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC/USP) incrementaram-se após

o retorno de Yvonne de seu estágio na Universidade de Harvard, em 1973. Essas atividades evoluíram com o ingresso de dois físicos argentinos: Aldo Craievich (no IFQSC de 1973 a 1985), que implantou a infraestrutura para estudos de nanomateriais mediante espalhamento de raios X a baixos ângulos (SAXS) e iniciou as primeiras pesquisas sobre materiais vítreos no Brasil; e Eduardo Castellano (1978 - ...), que se dedicou, principalmente, a estudos estruturais de pequenas moléculas. Mais tarde Glaucius Oliva (1982 - ...), hoje Presidente do CNPq, e Richard Garratt (1992 - ...), bióquímico inglês, consolidaram a área de cristalografia de proteínas, à qual veio a incorporar-se mais tarde, em 2000, o pesquisador de origem russa, Igor Polikarpov.

Os pesquisadores que ingressaram no Laboratório de Cristalografia receberam apoio e estímulo de Yvonne, o que promoveu o crescimento científico e o desenvolvimento independente de todos eles. Dessa forma, assim como Yvonne, os cinco pesquisadores acima mencionados são atualmente Bolsistas de Produtividade em Pesquisa no nível máximo (1A) do CNPq.

Mais recentemente, durante a última década, outros pesquisadores se somaram à equipe do Laboratório de Cristalografia, entre eles, Javier Ellena e Eduardo Horjales, de origem argentina e uruguaia, respectivamente. Ellena realiza, atualmente, pesquisas sobre estruturas de fármacos e Horjales sobre cristalografia de macromoléculas biológicas.

Yvonne e outros pesquisadores do Laboratório de Cristalografia mantiveram uma forte colaboração com cientistas de outros países da América Latina, principalmente com os de instituições argentinas, como as Universidades Nacionais de La Plata e de Córdoba. Uma resenha pormenorizada dessas colaborações foi publicada por Yvonne no artigo “Cooperação Brasil-Argentina em Cristalografia Estrutural” (MASCARENHAS, 2002).

Além de realizar numerosas pesquisas no Laboratório de Cristalografia sobre estruturas cristalográficas de diversos materiais cristalinos orgânicos e inorgânicos, Yvonne participou também dos primeiros estudos desenvolvidos no Brasil sobre estruturas de proteínas em solução mediante o uso da técnica de SAXS. O primeiro deles, publicado em 1985, foi uma pesquisa da estrutura e das mudanças

conformacionais da crotamina, realizada em colaboração com J. R. Beltran, A. F. Craievich e C. J. Laure (BELTRAN, et al., 1985).

Uma característica ímpar do Laboratório de Cristalografia que até hoje lembro é o excelente ambiente de trabalho e as boas relações entre seus pesquisadores, técnicos e alunos. As ações construtivas e o envolvimento constante de Yvonne em seu trabalho cotidiano contribuíram notavelmente para fomentar condições favoráveis para a atividade científica. Frederico Moraes Ferreira, ex-aluno de pós-graduação do IFSC que trabalha atualmente no InCor/USP, ressalta essas características de Yvonne:

Durante meus 12 anos de convivência com D. Yvonne, não muito próxima porque eu era estudante, ela demonstrou sempre uma personalidade afável e conciliadora. Todas as vezes que recorri a D. Yvonne como fonte de experiência para obter seus conselhos ou discutir assuntos pertinentes à minha carreira científica, fui atendido de forma muito solícita e amável.

5 Organização de cursos

Durante a década de 1970, a disponibilidade de instrumentação no Laboratório de Cristalografia do IFQSC cresceu significativamente. Entre 1973 e 1975, chegaram ao laboratório um aparelho completo da Rigaku para pesquisas de nanomateriais mediante a técnica de SAXS e um difratômetro automático CAD4 da Enraf Nonius para estudos estruturais de monocristais. Estes novos instrumentos foram adquiridos com auxílios da FAPESP e foram os primeiros desses tipos no Brasil.

As inúmeras possibilidades que se abriram com a existência de nova e moderna instrumentação no Laboratório de Cristalografia fizeram com que Yvonne percebesse a necessidade de investir fortemente na formação avançada dos alunos e dos cientistas que iriam utilizá-la. Entre as atividades didáticas por ela organizadas para esse propósito destacam-se – pelo excepcional nível dos professores que ministraram

as disciplinas – o “Curso de difração de raios X por sólidos imperfeitos” e o “Curso latino-americano de métodos diretos para resolução de estruturas por difração de raios X”.

5.1 Curso de difração de raios X por sólidos imperfeitos

O curso de “Difração de raios X por sólidos imperfeitos”, realizado no IFQSC em 1974, foi ministrado pelo orientador de meu doutorado na Université Paris-Sud na França, André Guinier, que foi Presidente da International Union of Crystallography, Diretor do Laboratoire de Physique des Solides de l' Université Paris-Sud, primeiro pesquisador que aplicou a técnica de SAXS ao estudo de nanomateriais e autor de vários livros básicos sobre difração de raios X por sólidos imperfeitos, SAXS e estrutura de materiais.

Como consequência deste curso, diversos pesquisadores e alunos do IFQSC e de outras instituições começaram a se interessar pelo uso da nova instrumentação do Laboratório de Cristalografia e a trabalhar ativamente, utilizando a nova técnica de SAXS que estava sendo implantada.

5.2 Curso latino-americano de métodos diretos

O “Curso latino-americano de métodos diretos para resolução de estruturas por difração de raios X” foi ministrado em 1974 por vários eminentes cristalógrafos da Europa e dos EEUU. Teve a participação de estudantes do Brasil e de vários outros países da América Latina. Dois dos professores do curso, J. Karle e H. Hauptman, vieram a receber, em 1986, o Prêmio Nobel de Química pelas suas importantes contribuições ao desenvolvimento de métodos de análises cristalográficas.

A importância deste curso foi destacada num trecho de relatório da International Union of Crystallography sobre a cristalografia na América Latina (IUCr, 2003):

Crystallography in Brazil, a very important landmark was a School on Direct Methods organized by Y. Mascarenhas in São Carlos in 1974. The presence of several distinguished crystallographers, P.P. Ewald, J. Karle, H. Hauptman

and M. Woolfson, attracted a number of participants from other Latin American countries. The school was the starting point for the formation of the Brazilian Crystallographic Association (SBCr), affiliation to the IUCr, and nomination of a National Committee. X-ray diffraction as a tool for structural research had already been started in several institutions, but the creation of the Crystallographic Society was instrumental in organizing meetings and establishing connections among the different groups in the country.



Cerimônia de abertura do Curso de Métodos Diretos no IFQSC (1974). (Foto 3)

6 Produção científica e formação de alunos de pós-graduação

Para ilustrar os temas de pesquisa sobre os quais Yvonne trabalhou, selecionei cinco artigos. Dois deles são os que receberam o maior número de citações, um deles publicado na revista *Science* em 1986 sobre a estrutura de um cristal de interesse biológico e o outro em *Inorganic Chemistry* que aborda a estrutura e propriedades de um composto de manganês. Outros dois são artigos recentes sobre caracterizações de um complexo de nanopartículas e de uma polianilina condutora. O quinto artigo, por sua vez, descreve o desenvolvimento de nova instrumentação para difratometria de nêutrons instalada recentemente junto ao reator nuclear do Ipen em São Paulo. As referências dos artigos selecionados são as seguintes:

- i) Crystal-structure analysis of deamino-oxytocin-conformational flexibility and receptor-binding. S.P. Wood, Y.P. Mascarenhas, S. Cooper, T.L. Blundell, A.M. Theharne, I.J. Tickle, J.E. Pitts, J.Y. LI, J. Husain, V.J. Hruby, H.R. Wyssbrod, A. Buku, A.J. Fischman. *Science*, 232, 475, 633-636 (1986).
- ii) Synthesis, crystal-structure, and electrochemical and spectroelectrochemical properties of the new manganese(iii) complex $[mn(iii)(bbpen)][pf6][h2bbpen=n,n'-bis(2-hydroxybenzyl)-n,n'-bis(2-methylpyridyl)ethylenediamine]$. A. Neves, I. Vencato, A.S. Ceccato, Y.P. Mascarenhas, O.R. Nascimento, M. Horner, A.A. Batista. *Inorganic Chemistry*, 31, 4749-55 (1992).
- iii) Structural characterization of emeraldine-salt polyaniline/gold nanoparticles complexes. E.A. Sanches, J.C. Soares, R.M. Iost, V.S. Marangoni, G. Trovati, T. Batista, A.C. Mafud, V. Zucolotto, Y.P. Mascarenhas. *Journal of Nanomaterials*, 697071 (2011).
- iv) Structural characterization of chloride salt of conducting polyaniline obtained by XRD, SAXD, SAXS and SEM. E.A. Sanches, J.C. Soares, A.C. Mafud, E.G.R. Fernandes, F.L. Leite, Y.P. Mascarenhas. *Journal of Molecular Structure*, 1036, 121-126 (2013).
- v) Aurora-A high-resolution powder diffractometer installed on the IEA-R1 research reactor at IPEN-CNEN/SP. C.B.R. Parente, V.L. Mazzocchi, J. Mestnik Filho, Y.P. Mascarenhas. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*. 622, 678-684 (2010).

Yvonne publicou um total de aproximadamente 160 artigos, em sua grande maioria em revistas indexadas, que receberam até hoje mais de 1.400 citações do ISI; o primeiro deles foi publicado em 1961 e o mais recente em 2013. Na maior parte dos artigos participaram como coautores pesquisadores de diversas áreas, provenientes de várias instituições do Brasil e do exterior.

Na lista completa de artigos publicados por Yvonne, aparecem frequentemente como coautores também seus alunos de pós-graduação,

que, ao longo de sua carreira, somaram 41, sendo 21 de mestrado, 14 de doutorado e 6 de pós-doutorado.

7 Contribuição à melhoria do ensino de ciências em escolas públicas de ensino médio e difusão da ciência

Além de realizar pesquisas relacionadas às áreas de Cristalografia e de Física, Yvonne desenvolve também, até os dias de hoje, atividades de divulgação e outras que visam à melhoria do ensino médio, especialmente das escolas públicas. Ela mesma assim se expressa:

Há uma enorme carência e falta de prestígio dos professores de nível médio. Quando foi fundado o Instituto de Estudos Avançados, passei a realizar esse trabalho, que vi como interdisciplinar, envolvendo educação e ciência, e também outras unidades do campus, para que haja uma convergência do saber.

7.1 Homenagem da Academia Brasileira de Ciências a Yvonne Mascarenhas no Dia Internacional da Mulher, em 8 de março de 2010. (Transcrição de trechos de texto publicado na página web da Academia Brasileira de Ciências (FONTANETTO, OSWALDO-CRUZ, 2012))

Desde o início dos anos 2000, a Acadêmica Yvonne Primerano Mascarenhas, a homenageada da Academia Brasileira de Ciências (ABC) pelo oito de março, Dia Internacional da Mulher, dedica-se ao ensino de ciências em escolas públicas para alunos de ensino médio e à difusão e popularização da ciência, tecnologia e inovação através de uma agência de notícias que deu origem ao portal CiênciaWeb.

Hoje com 80 anos e aposentada colaboradora da USP, Yvonne diz que ao completar 70 resolveu iniciar um novo projeto: embora tenha continuado a trabalhar no Instituto de Física de São Carlos, decidiu ingressar nas atividades do Instituto de Estudos Avançados (IEA), em parceria com o Acadêmico Sérgio Mascarenhas, seu ex-marido. “Eu tinha, e ainda tenho, uma preocupação de mãe com a educação. Eu só enxergava um sistema cada vez mais precário”, relata. Para ela, os

principais problemas a serem solucionados são as más condições de trabalho dos professores, pois muitos exercem a função em mais de um colégio e ficam sobrecarregados; os sérios problemas internos de infraestrutura, administração e recursos financeiros das escolas e a falta de colaboração por parte das famílias dos alunos, que muitas vezes delegam a educação dos filhos à escola. “E não é só isso. Devido a certos resíduos da ditadura, ficamos permissivos perante essas situações. Os valores mudaram muito e pouco se faz para exigir melhorias.”

Por conta disso, a acadêmica se debruçou sobre um trabalho de complementação de atividades em escolas públicas, que batizou de Aperfeiçoamento das Condições de Ensino Médio. Sua vontade, segundo ela, era ajudar os alunos a obter sucesso no vestibular. “Nessa iniciativa, vinculada ao IEA, eu e alguns professores ministrávamos aulas de física, química, matemática, biologia e português para alunos de 2º grau. “Ela explica: “Íamos a uma escola quatro vezes por semana, o que no começo foi muito bem-sucedido”.

Por fim, a homenageada acentua que um bom preparo para a carreira científica só se obtém com talento, criatividade, inquietação e curiosidade. “A habilidade para a matemática e o gosto por temas científicos têm que ser plantados desde cedo”, comenta. Para a coordenadora do IEA, é de extrema importância cultivar tais valores. “O pesquisador tem que se mostrar empolgado, com capacidade de liderança, como se a arte de descobrir algo novo fosse uma grande aventura.”

7.2 Visão de estudantes do ensino médio

O trabalho de Yvonne junto às escolas de ensino médio foi positivamente avaliado pelos estudantes em vários depoimentos registrados em “Além das facetas” (BLOG IFSC, 2011), blog associado às comemorações de seu 80º aniversário. Transcrevo a seguir um deles, escrito pelo aluno Welson Coelho:

No final de 2005 foi apresentado à minha classe um certo torneio de física no qual seríamos inscritos para formar uma equipe. Esse torneio é o IYPT (Torneio Internacional de Jovens Físicos), que tem por formato debates em ciência,

baseados em experimentos e teoria. Não preciso nem dizer que a Profa. Yvonne esteve ao nosso lado, nos incentivando e sempre providenciando toda a infra-estrutura necessária para a nossa participação. Pois bem, com o verdadeiro espírito de luta, superação e gratidão por tudo aquilo estar acontecendo em nossas vidas nós trouxemos para casa nada menos que a medalha de ouro e a prova de que poderia haver brilhantismo também nas famigeradas escolas públicas de nosso país. Pudemos retribuir também, de certa forma, o trabalho que a Profa. realizou ao longo de todos esses anos, uma forma de dizer que nada havia sido em vão, que muitas sementes foram plantadas e germinaram.

7.3 Difusão e popularização da ciência

No que se refere às atividades de divulgação científica desenvolvidas por Yvonne, destaca-se sua participação como Coordenadora do Portal Ciência Web (CIÊNCIA WEB, 2014; BLOG IFSC.USP, 2011) . Este portal é um veículo da Agência Multimídia de Difusão Científica e Educacional, com sede no Instituto de Estudos Avançados, Polo São Carlos/USP, que publica vídeos produzidos em colaboração com escolas públicas de ensino médio e grupos acadêmicos para apoiar o ensino de ciências e divulgar a produção universitária.

8 Funções diretivas

Ao longo de sua carreira, Yvonne foi convidada e eleita para exercer diversas chefias, diretorias e outras funções de liderança no âmbito da USP. No então Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC)/USP, ela foi Presidente da Comissão de Pós-Graduação de abril de 1976 a novembro de 1979, Chefe do Departamento de Química e Física Molecular (DQFM) de maio de 1988 a maio de 1991, e Chefe do Departamento de Física e Ciência dos Materiais (DFCM) de fevereiro de 1993 a maio de 1994. Foi depois Diretora do IFSC/USP, de agosto de 1994 a julho de 1998.

Merece particular destaque o seu trabalho como Chefe do Departamento de Química e Física Molecular do IFQSC, no período de 1988 a 1991. Nessa época, eu havia me afastado desse instituto para trabalhar no CBPF e depois no LNLS, mas, ao que consta, e segundo depoimento de Luiz Nunes de Oliveira, também professor do IFSC: “Yvonne teve um trabalho muito importante: na época, a Química se dividia basicamente em dois grandes grupos antagônicos, engalfinhados em uma disputa que ameaçava tirar o brilho das conquistas acadêmicas do Departamento e comprometer o seu futuro. Yvonne conseguiu pacificar o ambiente e também preparou o caminho para a separação da Física, que acabou sendo benéfica tanto para a Química como para a Física; isso de novo é exemplo de suas qualidades de liderança”.

Durante períodos breves, em 1996 e 1997, Yvonne exerceu a Reitoria da Universidade de São Paulo, durante afastamentos do Reitor Flavio Fava de Moraes. Mais recentemente, desde 1997 até 2010, foi Vice-Coordenadora do Instituto de Estudos Avançados, USP/Polo de São Carlos, do qual atualmente é Coordenadora de Projetos.

9 Reconhecimento

Yvonne recebeu numerosas homenagens e distinções concedidas por diferentes instituições que demonstram o amplo reconhecimento pela sua contribuição à ciência brasileira e internacional.

Várias distinções a ela concedidas são de transcendência nacional, notadamente a admissão em 1998 na Ordem Nacional do Mérito Científico (ONMC)/MCT, na Classe da Grã-Cruz, e a eleição em 2000 como Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. Em 2005, foi também homenageada em sessão solene do Ano Mundial da Física pela Câmara dos Deputados do Governo Federal, em Brasília.

Por ocasião de seu 70º aniversário, em 2001, recebeu homenagens da Congregação do Instituto de Química de São Carlos (IQSC)/USP e da Diretoria e Grupo de Cristalografia do IFSC/USP. Em 2006, a Congregação do IFSC/USP lhe atribuiu o título de Professora Emérita.

Em 1997 foi homenageada pela Câmara Municipal de São Carlos em reconhecimento aos 40 anos de serviços à cidade, notadamente pela criação de instituições pioneiras junto à USP, Universidade Federal de São Carlos e Embrapa. Em 1999 a União Cívica Feminina de São Carlos a elegeu Mulher do Ano e, em 2006, deram o nome “Sergio e Yvonne Mascarenhas” ao prédio do Núcleo Operacional e Solar da Inovação do São Carlos Science Park.

Outras distinções foram a homenagem da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) em 1998, com outorga da Medalha Simão Mathias, pela sua contribuição ao desenvolvimento da Química, a designação como *Huésped de Honor* da Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina, durante a VIII Reunião Anual da Associação Argentina de Cristalografia (AACr) realizada em 2012 e a nomeação, também em 2012, como Membro Emérito da Seção de Ciências Físicas da Academia Paraense de Ciências, Belém-PA.

Recentemente, em 23 de outubro de 2013, Yvonne recebeu também o título de Pesquisador Emérito, que é concedido pelo CNPq a cientistas destacados “pelo conjunto de sua obra científico-tecnológica e por seu renome junto à comunidade científica”.



Admissão de Yvonne Mascarenhas na Ordem Nacional do Mérito Científico na Classe da Grã-Cruz, Brasília (1998). (Foto 4)

10 Comentários pessoais

Durante os 12 anos em que trabalhei no Laboratório de Cristalografia do IFQSC (de 1973 a 1985), tive a oportunidade de conhecer e apreciar de perto o trabalho de Yvonne e, em particular, suas qualidades como cientista, líder de grupo e pessoa. Destaco a seguir duas atitudes suas associadas às primeiras etapas de meu trabalho no Brasil, durante as décadas de 1970 e 1980.

Pouco antes de migrar para o Brasil, em 1972, eu planejava um estágio de pós-doutorado no Laboratoire de Physique des Solides (LPS) da Université Paris-Sud em Orsay, França, onde havia realizado antes meu trabalho de tese. Depois de meu ingresso no IFQSC, expus esse plano que, apesar do pouco tempo do meu trabalho em São Carlos, recebeu o apoio, sem restrições nem condições, de Yvonne e de outros colegas. O grande estímulo e a confiança implícitos nessas atitudes nos fez, a mim e a minha família, tomar nessa época a decisão de permanecer de forma definitiva no Brasil.

Mais tarde, em 1981, aceitei convite de Roberto Lobo, Diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), para me transferir para essa instituição do Rio de Janeiro. No CBPF iniciei a implantação de um Laboratório de Difração de Raios X e, paralelamente, comecei a trabalhar no nascente Projeto Radiação Síncrotron, do CNPq. Durante um período de cinco anos, de 1981 a 1985, a preocupação principal de Roberto Lobo, minha e de alguns outros colegas do CBPF foi divulgar o projeto do síncrotron e conseguir o apoio para ele das comunidades científicas brasileira e latino-americana. Desde o início dos trabalhos, contamos com o apoio de Yvonne, que aceitou fazer parte do Comitê Técnico Científico do Projeto Radiação Síncrotron (CTC/PRS) em 1984. Interpretei esse apoio, na época em que poucos acreditavam no sucesso de nosso projeto, como uma atitude de compreensão das razões pelas quais eu tinha descontinuado meu trabalho no Laboratório de Cristalografia do IFQSC, para participar no CBPF do novo desafio que conduziu mais tarde à criação em Campinas do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS).

Essas atitudes de Yvonne demonstram, a meu ver, uma de suas características marcantes: o seu respeito pelo trabalho alheio.

11 Depoimentos

No blog “Além das Facetas” (BLOG IFSC.USP, 2011), organizado como parte das homenagens na ocasião do 80º aniversário de Yvonne em 2011, estão registrados numerosos depoimentos sobre seu trabalho e sua personalidade. Sergio Mascarenhas, Professor Emérito do IFSC, que foi esposo de Yvonne durante muitos anos, em breve texto rimado, expressou: “Ela tem muitas qualidades femininas, e até muitas raras das masculinas: força, caráter, liderança calma, e uma grande, profunda e imensa alma”. Guilherme Leal Ferreira, Professor Sênior do IFSC, que acompanhou o trabalho de Yvonne desde seus primeiros contatos no Rio de Janeiro na década de 1950 até hoje, manifestou:

Yvonne teve um papel importante na modernização do Departamento, depois Instituto, no Programa de Pós-Graduação, [...] com incontáveis estudantes formados por ela e pelo competente grupo que congregou na sua área, sempre ativo na promoção de eventos atualizadores de conhecimentos e técnicas para seus membros e comunidade interessada. [...] Um outro importante aspecto de sua atividade é sua permanente disposição em participar e mesmo presidir ações comunitárias, principalmente aquelas ligadas à educação e ciência, com empenho e dedicação.

Por outro lado, Glaucius Oliva, que foi aluno do Laboratório de Cristalografia do IFSC e é atualmente Presidente do CNPq, expressa sua visão sobre a personalidade e o trabalho de Yvonne deste modo:

Profa. Yvonne Mascarenhas é um exemplo emblemático para a Ciência brasileira. Sua relação com o CNPq confunde-se com a história da própria instituição, pois sua primeira bolsa de iniciação científica foi concedida pela agência em 1953, quando ainda era estudante de graduação em Química

na Universidade do Brasil no Rio de Janeiro. Desde então Profa. Yvonne nunca mais parou com sua intensa atividade científica e educacional. Na década de 60, já em São Carlos, percebe que as propriedades físico-químicas dos materiais sólidos somente poderiam ser plenamente compreendidas à luz de suas estruturas cristalinas e inicia assim sua exitosa trajetória no estabelecimento da Cristalografia Estrutural no Brasil. Tive o privilégio de ser fruto de sua generosa orientação na iniciação científica, inclusive com seu estímulo seminal para ir para o exterior aprender Cristalografia de Proteínas e trazer esta linha de pesquisas para o Brasil. Sinto-me privilegiado por poder conviver, até hoje, com sua extraordinária e incansável dedicação à Ciência e à Educação, reconhecidas no país e no exterior, mas especialmente por aqueles que desfrutaram de seu cotidiano na USP em São Carlos.

Finalmente, Sine Larsen, Presidente da Internacional Union of Crystallography durante o período 2008-2011, que esteve no Brasil em 2012 e visitou o Laboratório de Cristalografia de São Carlos, pondera assim a projeção internacional do trabalho de Yvonne:

Science is international and Yvonne Mascarenhas has been a leading figure in the successful efforts in getting Brazilian science on the world scientific scene. Earlier in her career she established strong personal ties to leading crystallographers and these connections have been invaluable for bringing scientists and the newest crystallographic science to Brazil. Yvonne is highly esteemed by the international crystallographic community for making Brazil a member of the International Union of Crystallography in 1975 and for representing Brazilian crystallographers for more than 30 years at the IUCr General Assemblies. Yvonne's devotion to science goes beyond crystallography, and she is actively promoting the relations between science and society. Last but not least Yvonne is an inspiration to all crystallographers that have had the opportunity to meet and interact with her.

12 Epílogo

Iniciei este artigo lembrando uma visita a São Carlos, no fim da década de 1950, do criador do Instituto de Física de Bariloche, José A. Balseiro. Durante essa visita, Balseiro, Sergio e Yvonne conversaram sobre aspectos pioneiros dos dois futuros Institutos de Física que estavam sendo gestados paralelamente em São Carlos e em Bariloche. Podemos, hoje, perceber que existem várias semelhanças no desenvolvimento dessas duas instituições e também nas características pessoais de seus principais pioneiros. Ao longo das diversas partes deste texto, referentes às várias facetas do trabalho de Yvonne, percebem-se, em particular, suas atitudes de respeito tanto aos bons pesquisadores e estudantes quanto aos menos dotados e/ou mais necessitados. Coincidentemente, longe de São Carlos, em Bariloche, José Balseiro, por sua vez, tinha manifestado explicitamente, num trecho de mensagem aos novos bacharéis da primeira turma do Instituto de Física, em 1958, sua opinião no mesmo sentido. Balseiro diz no seu discurso aos estudantes (BALSEIRO, 2014):

Deben tener un profundo respeto por el trabajo ajeno. Respeto por el que más sabe y puede más, pero también respeto por el menos dotado, el que puede menos pero que realiza su labor con humildad, tesón y cariño. No creo que haya un índice más patético de incultura, exceptuando la violencia, que la falta de respeto por el trabajo ajeno. Esta falta de respeto es una forma de destrucción y quien destruye el fruto del trabajo ajeno bien puede ser calificado de salvaje, esto es, la incultura en su más prístina forma.

Os atuais Instituto de Física de São Carlos e Instituto Balseiro de Bariloche evoluíram positivamente até serem, hoje, dois dos melhores centros de ensino e pesquisa em física e áreas correlatas da América Latina. As convicções similares de seus respectivos pioneiros, no tocante a suas atitudes de apoio e de respeito aos que “mais sabem e podem mais” e também aos que realizam seu trabalho “com humildade, afincos e carinho”, talvez sejam de fato condições necessárias e

determinantes para conseguir o crescimento sólido e o sucesso das novas instituições.

Doze anos se passaram desde sua aposentadoria formal em 2001, mas Yvonne continua suas atividades de pesquisa, ensino e difusão da ciência trabalhando hoje com o mesmo entusiasmo de sempre como Professora Emérita do Instituto de Física de São Carlos, Bolsista de Produtividade Científica do CNPq e Coordenadora de Projetos do Instituto de Estudos Avançados (USP/São Carlos).

Yvonne resumiu sua própria obra em uma breve visão retrospectiva expressa por ocasião de seu 80º aniversário, em 2011 (BLOG IFSC. USP, 2011):

Acho que olhando o que aconteceu aqui em São Carlos, tanto na minha vida familiar, como com os meus amigos, e a evolução que teve o próprio campus, o Instituto de Física, em tudo [...] eu tenho que ficar extremamente em paz comigo mesma, no sentido de dizer que saiu um produto muito bonito aqui em São Carlos, que não é fruto de uma pessoa só, é fruto de toda uma comunidade de que eu me orgulho de fazer parte.

Destaco para terminar duas frases inseridas por Yvonne na parte final de sua apresentação “A Cristalografia no Brasil” (MASCARENHAS, 2003): “A paz só pode ser alcançada pelo entendimento” (A. Einstein) e “Sejamos nós mesmos as mudanças que desejamos ver no mundo” (M. Gandhi). Essas singelas frases de Einstein e Gandhi resumem, a meu ver, uma parte essencial das características pessoais de Yvonne que induziram sua importante contribuição à ciência brasileira.

Agradecimentos

Em recente artigo (CRAIEVICH, 2013), manifestei meu reconhecimento a vários pesquisadores brasileiros que depositaram sua confiança em mim durante minha carreira no Brasil. Um deles foi Yvonne Mascarenhas, a quem reitero aqui meu agradecimento pelo convite para participar no projeto de implantação do Laboratório de Cristalografia em São Carlos e pelo apoio a meu trabalho no IFQSC e, mais tarde, em outras instituições de pesquisa do Brasil.

Agradeço também a Luiz Nunes de Oliveira e a Frederico Moraes Ferreira pelos seus comentários e sugestões sobre o conteúdo deste manuscrito, a Evany Siciliano Pontes e Mavília Vara pela revisão do texto e à Comissão das Relações de Gênero da Sociedade Brasileira de Física pelo convite para escrever este capítulo.

Referências

BALSEIRO, J.A., *Historia del Instituto Balseiro. Primera graduación. Palabras del Dr. José Balseiro*, 17/06/1958, (em 2014) <http://www.ib.edu.ar/index.php/historia-del-ib/primera-graduacion.html>

BELDA, F.R., FARIA, R.M., *A Física em São Carlos. As Primeiras Décadas. Página 189* (Transcrição editada), Araraquara-SP: Editora Casa da Árvore Ltda., 2012. http://www.ifsc.usp.br/pdf/Fisica_em_Sao_Carlos_Primeiras_Decadas.pdf.

BELTRAN, J.R., MASCARENHAS, Y.P., CRAIEVICH, A.F. and LAURE, C.J., *SAXS study of structure and conformational changes of crotamine*. Biophysics Journal, 47, 33-5 (1985).

BLOG IFSC.USP, "Além das facetas", (em 2011), <http://ccmc.ifsc.usp.br/alemdasfacetas/>

CRAIEVICH, A.F., *Memorias de un físico del Mercosur. Sociedad Argentina para el Progreso de la Ciencia. Ciencia e Investigación. Reseñas*, Tomo I, 3, 7-24 (2013). <http://aargentinapciencias.org/images/stories/R-tomo1-3/RevRes-1-3xArt/7a24Craievich-ceiRes-1-3.pdf>

CIÊNCIA WEB (em 2014). <http://www.cienciaweb.com.br>

FONTANETTO, R., OSWALDO-CRUZ, E., *Entrevista a Yvonne Mascarenhas*. Notícias da Associação Brasileira de Ciências, 2012. http://www.abc.org.br/article.php3?id_article=1885

IUCr, vol. 11, 2003, *Crystallography in Latin-America*, <http://www.iucr.org/news/newsletter/volume-11/number-3/crystallography-in-latin-america>

MASCARENHAS, Y.P. *Cooperação Brasil-Argentina em Cristalografia Estrutural. Estudos Avançados*. 16, 307-9 (2002). http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142002000100019

MASCARENHAS, Y.P., *História da Cristalografia no Brasil*. Núcleo de História da Ciência. FFCL/USP (2003) <http://www.ppt2txt.com/r/4e978f46/>

Victoria Herscovitz: pioneira da física do sul

Marco Antonio Moreira

A constituição do corpo de docentes pesquisadores do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) contou, a partir de 1959, com o pioneirismo de uma mulher, a Professora Victoria Elnecave Herscovitz, cuja trajetória acadêmica tenho a honra de comentar neste capítulo. Com ela começou a marcante presença feminina, que se estende até os dias atuais, na pesquisa e no ensino, havendo presentemente quase um quarto de mulheres no corpo docente efetivo.

A Professora Victoria Herscovitz foi a única mulher diplomada no ano de 1958 no curso de Engenharia Civil da UFRGS, quando concluiu a sua primeira graduação. Paralelamente, fazia graduação em Matemática, tendo concluído o Bacharelado em 1959 e a Licenciatura em 1960, mas foi à Física que se dedicou, apresentando, em 1965, a primeira tese de doutorado em Física Teórica do Instituto de Física da UFRGS. Seu pós-doutorado, também em Física Teórica, foi na Universidade de Erlanger-Nürnberg, na Alemanha, em 1982.

Conheço a Professora Victoria, há cinquenta anos, como minha professora de Mecânica Quântica e como colega de trabalho. Não a conheço como pesquisadora em Física Teórica porque minha área é a de ensino e de pesquisa em ensino de Física. E foi ela, em grande parte, quem me trouxe para esta área. Por isso mesmo, vou dedicar a maior parte deste texto à sua contribuição para o ensino de Física. Mas não há como não mencionar sua atuação na Física e na administração acadêmica.

Em termos de publicações, foram cerca de 20 artigos em reconhecidos periódicos de pesquisa em Física como *Nuovo Cimento*, *Nuclear Physics*, *Physical Review Letters* e o *Brazilian Journal of Physics*. Vários destes artigos foram elaborados em colaboração com os pesquisadores Theodor A. J. Maris e Maria Ribeiro Teodoro. Foi também coautora de 6 livros de pesquisa em Física e 18 trabalhos em congressos internacionais. Na pós-graduação em Física, orientou 7 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado.

Não tenho condições de avaliar a importância de seus artigos, mas, segundo a minha colega Maria Beatriz Gay:

Seu artigo, em colaboração com Th. A. J. Maris e G. Jacob. *Quantum Electrodynamics with Zero Bare Fermion Mass*, *Phys. Rev. Lett.* V. 12, 313 (1964) é ousado e original. Trata-se de relevante contribuição à Eletrodinâmica Quântica perturbativa, referente ao estudo de divergências no cálculo da correção da massa dos fermions (elétrons). Mostra que a introdução de uma massa despida nula inicial, em oposição ao uso de massa infinita, permite regular as integrais sem emprego de cortes arbitrários nos limites para controlar as divergências, além de reproduzir a QED renormalizada (M.B. Gay, comunicação privada).

Foi inovadora ao organizar no Rio Grande do Sul o primeiro evento internacional em Física Teórica, o I Workshop Internacional de Física de Hádrons, realizado em Gramado em 1994. Até então, em termos de Física Teórica, o Instituto de Física da UFRGS limitava-se a trazer pesquisadores em visitas de curta e longa duração, mas somente a partir de então passou a organizar eventos internacionais, o que é hoje uma praxe. Contribuiu para isso sua experiência ao coordenar o V Encontro Nacional de Física de Energias Intermediárias, realizado em Gramado, RS, em 1982. Foi vice-coordenadora do Workshop Internacional de Física de Hádrons, em 2002, e membro da comissão coordenadora em 2007. Na administração acadêmica, além de ser Chefe do Departamento de Física de 1983 a 1985, quando o Instituto de Física enfrentou a mudança para um novo *campus*, no qual se encontra

atualmente, e de integrar várias comissões, foi Membro da Câmara de Ciências Exatas e Tecnologia da UFRGS de 1971 a 1975 e Presidente da Câmara de Pós-Graduação e Pesquisa dessa instituição de 1989 a 1991, integrando também, nesse período, seu Conselho Universitário.

Comecei a dar aulas no Instituto de Física da UFRGS em 1967, antes da Reforma Universitária de 1968. Naquela época, o instituto estava estruturado em Divisões: de Física Teórica, de Física Experimental, de Eletrônica e de Ensino. A Divisão de Ensino, como sugere o nome, coordenava as atividades de ensino do instituto, principalmente na parte de extensão. As disciplinas regulares de Física eram da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, mas os cursos para alunos secundaristas e para professores de Física eram oferecidos pela Divisão de Ensino, da qual a Professora Victoria era a Chefe desde 1961. Foi ela quem visualizou a importância de se investir nos cursos de extensão para alunos pré-universitários, trazendo-os para a universidade duas vezes por semana, para conviver em um novo ambiente. Além de despertar vocações para as áreas científicas, especialmente para a Física, tais cursos possibilitavam um excelente ambiente para os licenciandos do curso de Física exercitarem as suas primeiras práticas docentes. Além de ensinar Quântica e fazer pesquisa em Física Teórica, ocupava-se de atividades de ensino de Física e, como chefe da Divisão de Ensino, integrava o Conselho Técnico-Científico do instituto.

Surpreendentemente para mim, não lembro bem quando, mas era ainda um professor recém-contratado, a Professora Victoria “me passou” a Divisão de Ensino, quer dizer, pediu que eu assumisse a chefia dessa divisão. E aí começa uma longa história.

Mas, antes de continuar com essa história, devo registrar outro aspecto importante da carreira da Professora Victoria: ela foi, de 1971 a 1975, Coordenadora da Comissão de Carreira de Física da UFRGS, a qual tinha por função a definição, implantação e acompanhamento dos currículos de graduação em Física – Bacharelado e Licenciatura. Seu trabalho nessa coordenação foi muito importante porque, na verdade, estavam sendo implantados novos currículos de Bacharelado e Licenciatura, e ela, sempre lutando pelo ensino, conseguiu que disciplinas específicas de ensino de Física fossem criadas para a Licenciatura e

que fossem ministradas por professores do Departamento de Física no Instituto de Física. Uma grande conquista para a formação de professores de Física, fruto de sua experiência na Divisão de Ensino.

Essa divisão foi extinta no final dos anos 60, quando o instituto, depois da Reforma Universitária, passou a ser uma unidade acadêmica, com Departamentos de Física e de Astronomia, responsável por todas as disciplinas de Física da UFRGS e pela formação de bacharéis e licenciados em Física. Uma grande conquista para a formação de professores de Física, fruto de sua experiência na Divisão de Ensino.

Mas as atividades de ensino de Física, além das disciplinas que a Professora Victoria conseguiu implementar no currículo de Física, continuaram. Ainda nessa época, foi criado o Grupo de Ensino de Física do IF-UFRGS, um dos primeiros do país, ainda hoje bastante ativo. Foi também criada a Pós-Graduação em Física, na qual uma das áreas de concentração foi, desde o início, a de Ensino de Física. Essa área existiu até poucos anos atrás. Em 2002, foi criada, no instituto, a Pós-Graduação em Ensino de Física, oferecendo, inicialmente, o Mestrado Profissional em Ensino de Física. Poucos anos depois, esse programa passou a oferecer também o Mestrado Acadêmico e o Doutorado em Ensino de Física.

Ou seja, hoje há no Instituto de Física da UFRGS um Programa de Pós-Graduação em Física e outro em Ensino de Física. Este oferece Mestrado Profissional, Mestrado Acadêmico e Doutorado, todos especificamente em Ensino de Física. Recentemente, esse Mestrado Profissional serviu de modelo para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), um mestrado em rede, oferecido em 21 Polos espalhados pelo país, envolvendo várias IES, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física e apoiado pela CAPES.

Claro que vários outros docentes contribuíram muito para que a Divisão de Ensino, coordenada pela Professora Victoria nos anos 60, originasse tantas atividades no ensino de Física. Mas sua contribuição foi fundamental. Ela teve ideias iniciais, lançou sementes, foi persistente. Acreditava no ensino, apostou em um jovem professor de Física, passando-lhe a coordenação da Divisão de Ensino, e continuou, sempre, apoiando o ensino. Os resultados dessa dedicação foram

impressionantes. Em grande parte porque os projetos institucionais sempre estiveram à frente dos pessoais.

Hoje, a Professora Victoria está aposentada, mas continua ensinando Quântica, agora como colaboradora, no Mestrado Profissional em Ensino de Física. Também atua como coorientadora de mestrado e doutorado nesse curso. Começou a lecionar em 1959, como professora estagiária, no Instituto de Física. Passados mais de cinquenta anos, continua em sala de aula. Deu aulas também de Física Matemática, Teoria de Campos, Física Nuclear, Física de Partículas, e similares, mas seu forte sempre foi a Quântica.

Fui seu aluno em Mecânica Quântica, na graduação e na pós-graduação, ou duas vezes na graduação, não lembro, mas não esqueço que “fiz com ela o Davidov e o Messiah”. É muito comum na Física os alunos dizerem que “fizeram tal livro”. Na verdade, também não me lembro do Davidov e do Messiah. O que não esqueço são as aulas da Professora Victoria. Dizem que bons professores explicam e grandes professores inspiram. Pois ela fazia as duas coisas, explicava e inspirava.

Suas aulas não eram daquelas em que o professor “escrevia tudo direitinho no quadro” para que os alunos copiassem e estudassem depois. Ao contrário, o que estava no quadro era, muitas vezes, um pouco confuso. Ela ia escrevendo e apagando sem muita ordem. Quando precisava de mais espaço para escrever, não “apagava o quadro”, apagava simplesmente o que estava escrito no espaço de que necessitava para escrever uma nova equação, uma definição. Uma vez, não sei por que, o apagador havia sumido, ou estava longe, então ela apagou com o braço uma parte do que estava no quadro para seguir explicando.

A explicação era seu ponto forte. Na aula, explicava, explicava, incansavelmente. Depois da aula, se os alunos iam à sua sala para perguntar alguma coisa, explicava novamente. Se a encontravam no corredor e apresentavam alguma dúvida de Quântica, respondia explicando.

Era muito exigente, mas apostava no aluno. Era rogeriana e freireana, sem o saber. No ensino universitário, é comum os professores dizerem que os alunos não sabem nada. É também comum pedirem

para dar aulas em certos horários, ou em certos cursos, em que supostamente estão os melhores alunos. Mas a Professora Victoria nunca fez isso. Para ela, aluno era aluno. Ponto final. E, portanto, merecia toda a atenção possível, todas as oportunidades possíveis.

Seu domínio da Quântica era, e ainda o é, inquestionável, e ela sempre estava, e ainda está, disposta a compartilhá-lo com os alunos. Parece ser da linha educador com o educando, proposta por Freire, e não daquela do educador sobre o educando, tão comum na universidade.

Justamente esse seu domínio do conteúdo, sua dedicação ao ensino, a crença no aluno como pessoa, que a tornam inspiradora. Como não inspirar-se com uma professora que sabe o conteúdo, que busca compartilhar esse conteúdo com o aluno, que considera o aluno como pessoa, que está sempre disponível para explicar?

Ser professor não é depositar conhecimento na cabeça do aluno e cobrar a reprodução mecânica desse conhecimento nas provas. É apresentar esse conteúdo e facilitar a captação de significados em um ensino dialógico. É ser rigoroso, mas apostar no aluno e dar-lhe oportunidades. A Professora Victoria sempre foi professora.

Mais recentemente, passou a ser docente colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, como mencionado antes. Nos últimos anos, coorientamos estudantes de mestrado e doutorado.

Continua muito exigente, minuciosa, perfeccionista. Os textos dos alunos, os artigos que eles escrevem, sempre têm falhas, não estão bons, têm erros. Mas ela está sempre disposta a revisá-los, a melhorá-los.

Há muito tempo que não sou mais seu aluno, mas recentemente me lembrei dos tempos em que era. Dediquei à Professora Victoria, ao Professor Fernando Zawislak e ao Professor Gerhard Jacob, meus grandes mestres inspiradores, um pequeno livro de Física de Partículas, publicado em 2011. Com muita satisfação e reconhecimento entreguei a ela, em mãos, um exemplar autografado, pelo qual agradeceu muito. Passados uns dias, ela me encontrou no instituto e disse que havia gostado muito do livro, mas que havia identificado uns “probleminhas” de redação que deveriam ser corrigidos em uma eventual segunda edição.

Assim é a Professora Victoria. Encontra “errinhos” até em livro dedicado a ela. Que pessoa honesta! Que pessoa maravilhosa. O ensino de Física no Instituto de Física da UFRGS, assim como todo o impacto que esse ensino teve no país, deve muito a ela.

Na carreira acadêmica, a pesquisa e, sobretudo, os “papers” são muito mais valorizados do que o ensino. A pressão publicacionista é tão grande que o ensino, em muitos casos, não passa de uma obrigação. Mas a Professora Victoria não se submeteu a essa cultura publicacionista. Ao longo de sua trajetória acadêmica, ela publicou, exerceu coordenações, chefias, representações, mas nunca minimizou o ensino. Ao contrário, como professora universitária, parece tê-lo colocado à frente de outras obrigações acadêmicas. Um belo exemplo!

Alice Maciel: da curiosidade infantil à realização profissional

Carlos Alberto dos Santos¹

Ainda criança, Alice habituou-se a ouvir de seu pai, radiotécnico do Exército, que “a matéria que nós enxergamos é constituída de vários mundinhos, menor do que o menor grão de areia que a gente encontra na praia”. E não pararam por aí os ensinamentos de seu pai: álgebra bem antes da idade escolar para essa disciplina, xadrez, exibição do funcionamento de válvulas eletrônicas e outros componentes de rádio. Enfim, gavetas e mais gavetas de resistores, capacitores e indutores despertaram a curiosidade da pequena Alice para aquele “mundinho” do qual tanto seu pai falava. Ex-seminarista, o pai de Alice cultivava os bons hábitos da leitura e com ela compartilhou seus conhecimentos de latim e a leitura de *A Cartilha de Zé Toquinho* e *Os segredos de Zé Toquinho*, ambos de Odila Barros Xavier. Lembra muito bem que foi ouvindo seus pais lendo em voz alta que ela aprendeu a ler. Mais de sete décadas depois, ela ainda recita o início da cartilha: “Zé Toquinho é um menino, o menino é Zé Toquinho, esse é o papai do Zé Toquinho...”. E foi por isso que iniciou a escola já no segundo ano do primário. Depois, no quarto ano, resolveu pular o quinto e fazer exame de admissão para o ginásio no Instituto de Educação Flores da Cunha. Só não tirou 10 em matemática porque resolveu um problema utilizando recursos algébricos, em vez de aritmética, a disciplina própria do primário. Depois fez o científico no excelente Colégio Júlio de Castilhos.

No momento do vestibular, a beleza da lógica matemática e a inspiração que brotava de uma professora do ginásio, a professora

1 Universidade Federal da Integração Latino-Americana

Sofia, foram mais fortes do que o desafio de compreender os “mundinhos” mencionados pela sabedoria intuitiva de seu pai. Em 1957, Alice ingressou na Faculdade de Filosofia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) para fazer matemática, mas na passagem para o terceiro ano recebeu o irrecusável convite de Gerhard Jacob para se transferir para a física, o que lhe permitiria deixar de dar aulas particulares porque ganharia bolsa de iniciação científica do CNPq. Era o início de 1959, o curso de Física na Faculdade de Filosofia (a histórica Filô) tinha seu braço científico no Centro de Pesquisas Físicas (CPF), e as duas instituições ocupavam um prédio que ia de um lado a outro do *campus* central da UFRGS. No lado da Av. Oswaldo Aranha ficava a Filô, e de frente para uma grande área verde – o Parque Farroupilha –, o CPF. Em setembro daquele ano, o Instituto de Física (IF) seria criado e Alice seria a segunda mulher a obter o bacharelado em física na UFRGS².



A partir da esquerda: a bibliotecária Frida Issler, o professor Mítuo Taketani (ilustre visitante, colaborador de Hideki Yukawa, Prêmio Nobel de Física de 1949) e a estudante de física Alice Maciel. O professor Taketani estava passando uma temporada no Instituto de Física Teórica de São Paulo e visitou o CPF em novembro de 1958 (Acervo do IF-UFRGS).

2 Consta em documentos à nossa disposição que, em 1951, Pérola Maria Paganelli obteve a licenciatura em física. Como naquela época a licenciatura vinha depois do bacharelado, é provável que ela tenha sido a primeira mulher a obter o bacharelado em física. No entanto, Pérola não deu prosseguimento a sua carreira científica.

Naquela época, obtinha-se o bacharelado nos três primeiros anos do curso de Física da Faculdade de Filosofia, e no quarto ano a licenciatura era concedida a quem cursasse as disciplinas oferecidas pelo curso de Didática da mesma faculdade. Era o modelo 3+1, detestado por gerações de educadores posteriores. Alice decidiu consolidar sua formação científica e só concluiu a licenciatura em 1963. Tinha tarefas importantes a realizar, sugeridas pelos seus professores preferidos, Darcy Dillenburg e Gerhard Jacob, os idealizadores do IF. Além de seguir a orientação desses dois, Alice foi marcada pelo estilo didático e articulação lógica do raciocínio magistralmente exibidos pelo professor de Análise Matemática Ary Nunes Tietböhl e pelas estimulantes aulas de Luiz Severo Motta, professor de Mecânica Racional e Mecânica Celeste.



Biblioteca do IF no início dos anos 1960. A partir da esquerda: duas pessoas não identificadas, Saulny Motta, Luiz Severo Motta, Cayoby Vieira de Oliveira, Antônio Bernardo João Batista Todesco e Alice Maciel (Acervo do IF-UFRGS).

Outro registro marcante na memória de Alice refere-se aos seminários conduzidos por Theodor Maris, Gerhard e Darcy. Além dela, participavam Victoria Elnecave Herscovitz e Delmar Estevam Brandão. Os assuntos que eram sorteados no momento do seminário faziam parte dos conteúdos de livros de física nuclear teórica. O sofrimento era grande, mas quando ela foi para Uppsala percebeu quão importantes

esses seminários foram para sua formação. Para seu orientador em Uppsala, Torsten Lindqvist, ela tinha formação superior à da maioria dos participantes do Seminário Internacional para Pesquisa e Ensino de Física, promovido pela International Atomic Energy Agency (IAEA), excetuando aqueles que já possuíam o doutorado.

1 Madame Curie e o reator

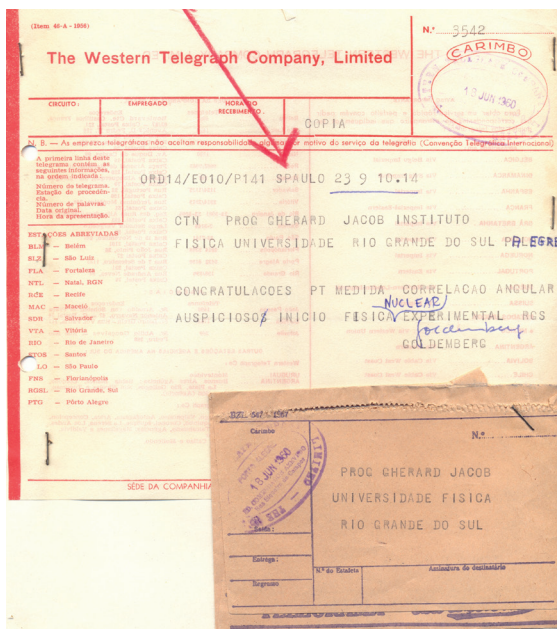
A mocinha de 21 anos não tinha Charlton Heston, Jack Lemmon ou James Stewart pendurados na parede de seu quarto. Eram fotos de Madame Curie e de um reator nuclear que ornamentavam aquele espaço físico rodeado de livros e se misturavam com as imagens mentais produzidas no estudo da física. Maravilhou-se com as aulas do curso “Fundamentos físicos de engenharia nuclear”, oferecido pelo CPF, entre agosto e novembro de 1958. Com recursos financeiros da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), o curso era destinado a diplomados em escolas superiores em cujo currículo constasse uma cadeira de física, mas os alunos do curso de Física da Filô podiam participar como “ouvintes”. Um ano depois, ficou impressionada com a presença de Cesar Lattes, um dos descobridores do méson π , convidado a participar de um evento organizado no recém-criado Instituto de Física, sem imaginar que aquilo tudo mudaria sua vida.

Entre 7 e 12 de dezembro de 1959, o IF reuniu boa parte da elite dos físicos brasileiros, Cesar Lattes, José Goldemberg, Oscar Sala, entre outros, para discutir a Física Nuclear em desenvolvimento no país (SANTOS, 2013, p. 393). Theodor Maris, Gerhard Jacob e Darcy Dillenburg, três dos principais fundadores do IF, aproveitaram o evento para uma discussão informal com seus colegas visitantes sobre os rumos da atividade de pesquisa em Porto Alegre. A física nuclear teórica já era uma alternativa bem definida, mas havia o sentimento de que o IF não deveria prescindir de uma linha de pesquisa experimental. Naquela época, no Instituto de Física da USP, havia um bom grupo trabalhando em espectroscopia nuclear. José Goldemberg sugeriu que o IF enviasse os estudantes promissores para um ano de estágio na USP, para adquirir treinamento na área de espectroscopia nuclear. Maris

fez uma audaciosa contraproposta: iniciar trabalho experimental em Porto Alegre imediatamente, reproduzindo a bem conhecida medida de correlação angular gama-gama do ^{60}Ni , em menos de seis meses. A ideia da correlação angular emergiu porque ela se prestava, também, a estudos de física da matéria condensada, uma área que, na opinião de Maris, deveria ser incentivada. Dada a reconhecida inexperiência dos gaúchos, os colegas paulistas duvidaram do sucesso e apostaram uma garrafa de champanha (naquela época qualquer espumante era denominado champanha).

No final, foram seguidas parcialmente as duas sugestões. Fernando Zawislak foi enviado para um estágio no Laboratório Van de Graaff da USP, enquanto Alice Maciel e Celso Sander Müller foram encarregados da realização do primeiro experimento de física no IF-UFRGS. Bom, não partiram do zero absoluto. Em janeiro e fevereiro de 1960, ao lado de Celso, Fernando, Victoria Elnecave Herscovitz, Delmar Estevam Brandão e Renato Schreiner, Alice frequentou um curso de férias para professores de física em São Paulo e fez um breve estágio no Van de Graaff. Foi seu primeiro contato com a espectroscopia nuclear, muito pouco para se prever o sucesso da empreitada, mas a competência de Celso em instrumentação eletrônica fez a diferença, e em menos de três meses apresentaram o primeiro trabalho experimental do IF-UFRGS (SANTOS, 2013, p. 403), jamais publicado por ser experimento por demais conhecido, mas que mereceu um telegrama de Goldemberg enviado a Gerhard em 18 de junho de 1960.

Goldemberg cumpriu o trato e enviou uma garrafa de champanha, que foi colocada em uma prateleira do laboratório e tempos depois desapareceu. A garrafa de champanha virou folclore e mereceu uma crônica publicada em um jornal de Salvador, por um autor desconhecido, conforme consta no livro do cinquentenário do IF (SANTOS, 2013, p. 55). Ficou a sinalização da competência instalada no instituto.



Texto do telegrama (*ipsis litteris*): CONGRATULACOES PT MEDIDA CORRELACAO ANGULAR AUSPICIOSO INICIO FISICA NUCLEAR EXPERIMENTAL RGS. GOLDEMBERG.

Logo depois, Gerhard sugeriu que Alice participasse do Seminário Internacional para Pesquisa e Ensino de Física, subvencionado pela International Atomic Energy Agency. O programa, destinado a físicos de países em desenvolvimento, era realizado na Universidade de Uppsala (Suécia) e coordenado por Torsten Lindqvist, líder do grupo de correlação angular daquela universidade. Seria uma oportunidade excelente para um estágio nas técnicas experimentais que o IF desejava implantar. Foi a única representante do Brasil e, ao lado de uma paquistanesa e de uma tailandesa, foram as três únicas mulheres entre os quinze participantes do programa. Foi uma experiência extraordinária. Manuseou pela primeira vez equipamentos modernos e aprendeu programação Fortran. Imediatamente fez um programa para tratar os espectros de correlação angular. Adquiriu o privilégio de permanecer noites trabalhando no computador e mereceu os cafés da manhã levados pelo próprio Lindqvist. Aquelas noites insones, entre setembro de 1961 e junho de 1962, renderam-lhe um belo trabalho (MATHIAS et.

al., 1963) e a primazia pelo início da tradição computacional no IF, que teve prosseguimento com Adalberto Vasquez, Renato Schreiner, Lívio Amaral, entre outros.



6/4/1962 – Alice Maciel no laboratório de correlação angular da Universidade de Uppsala, Suécia, que era dirigido por Torsten Lindqvist (Acervo Alice Maciel).

Encerrado o estágio em Uppsala, Alice seguiu para Hamburgo, para tomar conhecimento do trabalho que se fazia por lá, e também porque havia a intenção de se contratar um pesquisador alemão para orientar as pesquisas experimentais no IF, o que não se materializou naquela oportunidade. O programa de Uppsala teve prosseguimento com o envio de outros três promissores pesquisadores em anos sucessivos: Pedro da Rocha Andrade, Marcus Zwanziger e Maria Helena Preis Correa. Pedro, falecido precocemente vítima de um acidente automobilístico, mereceu de Alice³ reverência especial a sua capacidade intelectual. Para ela foi uma perda irreparável para a pesquisa no IF. Além de colega de trabalho, Pedro foi seu amigo pessoal, com quem trocava confidências como se seu irmão fosse.

3 Durante entrevista concedida ao autor, em 13/3/2013.

2 Alice no Diário de Notícias

Quase um ano após seu retorno de Uppsala, exatamente em 27 de outubro de 1963, Alice foi objeto de uma reportagem no *Diário de Notícias*, importante jornal de Porto Alegre. A curiosa diagramação permitiu a colocação de dois títulos: “A mulher na física” e “Alice Maciel” (SANTOS, 2013, p. 57).

Não posso deixar de transcrever aqui, *ipsis litteris*, alguns trechos dessa matéria, cuja autoria não é apresentada na publicação.

Em meio à aparelhagem do Instituto de Física, a meiguice de Alice. Um jeitinho de menina encantada.

Conversar com Alice é conversar com uma pessoa feliz.

– O Instituto tem para mim um grande valor estimativo. Foi aqui que me iniciei. Partimos do nada. Um grupo de professores e alunos entusiastas conseguiu o que é hoje o “nosso” Instituto.

– Pretendo casar, pois creio que o casamento antes de ser um obstáculo é um estímulo para o trabalho.

– O papel da mulher modernamente é bastante diverso do que há uma geração atrás. Temos uma responsabilidade muito mais ampla, não nos restringimos ao lar.

3 Alice em família e entre amigos

Alice casou-se com Nikolas Fidantsef, com quem teve três filhos: Ana, Lucia e Boris. Constituiu uma família muito querida pelos amigos. Nikolas, multi-instrumentista (trompa, trompete, saxofone, violino, piano, violoncelo), falecido em 2009, era professor do Instituto de Artes da UFRGS e da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Lembro que minha filha foi sua aluna de violino, num curso que ele ministrava nas manhãs de sábado para crianças na faixa de 4 a 6 anos. Lembro também de algumas reuniões sociais em sua casa, bem como da constante presença deles nas festas em residências de outros colegas.



A partir da esquerda, sentados: José Irineu Kunrath, Werner Arthur Mundt, Elisabeth Mundt, Beatriz Maria Mikusinski Zawislak e Fernando Cláudio Zawislak. De pé: Alice Maciel e Nikolas Fidantsef com seus filhos, Boris, Lucia e Ana.

4 De Uppsala aos laboratórios do IF

Como outros professores do IF que se haviam graduado na Filosofia antes de 1960, Alice obteve seu doutorado reunindo resultados de trabalhos realizados em Uppsala e continuados no IF. Seu primeiro trabalho, intitulado “Magnetic dipole interactions studied by the differential angular correlation method”, foi publicado em coautoria com E. Matthias, L. Bostrom, Martin Salomon e Torsten Lindqvist, em 1963 (MATTHIAS et al. 1963).

Nos anos seguintes, Alice publicou vários trabalhos com diferentes colegas do IF, entre os quais Delmar Estevam Brandão, Fernando Cláudio Zawislak, Celso Sander Müller, Pedro da Rocha Andrade, Euclides da Rocha Fraga⁴, John David Rogers. Alguns desses trabalhos

4 Professor do Instituto de Química, responsável pela preparação de amostras, que eram depois irradiadas na Argentina ou em São Paulo, para serem usadas como fontes radioativas para os experimentos de correlação angular.

foram utilizados na sua tese de doutorado, defendida em 1970 com o título *Medida e interpretação de propriedades nucleares do ^{95}Mo , ^{115}In e ^{131}Cs* . Foi orientada por John David Rogers, físico norte-americano com sólida formação teórica e experimental (obteve o doutorado no California Institute of Technology, o famoso Caltech), que permaneceu no IF de 1964 a 1975, quando se transferiu para a Unicamp. Em Porto Alegre, ele orientou dissertações de mestrado e teses de doutorado teóricas, experimentais, instrumentação e ensino de física. Foi um grande impulsionador da física experimental no IF-UFRGS.

Depois do doutorado, Alice continuou abrindo seu leque de colaborações com colegas do IF: Eda Homrich da Jornada (cuja dissertação de mestrado orientou em parceria com John Rogers), Adalberto Vasquez, Márcia Russman Gallas, Suzana Gomes Fries, Rogério Pohlmann Livi, Lívio Amaral, Moni Behar, Lia Silva de Oliveira, Wido Herwig Schreiner e João Alziro Herz da Jornada. Com este empreendeu sua última aventura científica. Jornada fora seu aluno de graduação e iniciou durante seu mestrado (1972-1973) um programa de estudo do efeito de altas pressões sobre a interação quadripolar elétrica no háfnio metálico, sob orientação de Fernando Cláudio Zawislak. A linha de trabalho mostrou-se potencialmente útil, tanto para a pesquisa básica, quanto para aplicações tecnológicas. Com notável independência científica, Jornada deu prosseguimento aos trabalhos introduzindo várias inovações instrumentais e, em 1979, concluiu sua tese de doutorado, ainda sob orientação de F.C. Zawislak, intitulada *Efeito de altas pressões sobre o gradiente de campo elétrico em metais sp*. Com esse mesmo título, em inglês, Jornada e Fernando publicaram um trabalho na *Physical Review*.

5 Alice personifica a Comissão de Carreira

Quando cheguei no Instituto de Física, em 1976, Alice era a Comissão de Carreira de Física (COMCAR) em pessoa. A COMCAR era o que hoje é a Comissão de Graduação (COMGRAD), denominação que passou a vigorar com a mudança do Estatuto da UFRGS em 1994. É o órgão que coordena os cursos de graduação, com representantes de

todos os cursos que ministram disciplinas para o curso sob responsabilidade da comissão. Geralmente o(a) coordenador(a) desse órgão participa da Câmara de Graduação, órgão ligado ao Conselho Superior de Ensino e Pesquisa. Alice passou quatro anos envolvida com tudo isso. Foi um período difícil. Lidar com núcleos radioativos, programas computacionais e montagem de equipamentos era muito mais simples do que com pessoas e ideias com interesses tão conflitantes como costumemente se observam em órgãos dessa natureza. Alice não passou incólume por essa experiência. Teve problemas de saúde típicos de quem se submete a esse tipo de estresse, sobretudo quando se trata de alguém com tanto senso de responsabilidade e dedicação às tarefas que lhe são demandadas. Quando retornou ao laboratório, já não era mais aquela menina vigorosa e decidida a passar noites em claro para obter um bom espectro de correlação angular.

6 O canto do cisne

De 1963, quando Fernando Cláudio Zawislak, Delmar Estevan Brandão, Adalberto Vasquez e Flávio Pohlmann Livi publicaram o primeiro trabalho experimental inteiramente realizado no IF⁵, “An experimental study of the attenuation in gamma-gamma angular correlations” (*Physics Letters*, 7(5):337-338, Dec. 1963), até o final dos anos 1970, o IF viveu uma época áurea na sua pesquisa em correlação angular, mas em 1980 essa área de pesquisa mostrava certa estagnação. Já era difícil identificar problemas interessantes que pudessem ser abordados nas condições experimentais do IF. O grupo estava se pulverizando. Adalberto Vasquez e Lívio Amaral já estavam investindo na espectroscopia Mössbauer; Fernando Zawislak, Israel Baumvol e Moni Behar estavam iniciando o programa de implantação iônica, que se transformaria no projeto experimental de maior impacto nos anos seguintes. Em uma carreira solo, Jornada incrementava as pesquisas em altas pressões e convidou Alice para acompanhá-lo. Foi um período de rejuvenescimento, depois do estressante período na Comissão de Carreira,

5 O primeiro trabalho experimental com o nome do IF foi publicado por Alice, no início de 1963, mas os resultados haviam sido obtidos em Uppsala.

descrito acima. A colaboração com o jovem grupo (Jornada e suas alunas Lia, Suzana e Márcia) oportunizava-lhe a transmissão de conhecimentos adquiridos ao longo de duas décadas de intensa dedicação, mas também começava a lhe indicar que a energia não era a mesma, e já não tinha mais a reconhecida habilidade no manuseio daquelas amostras minúsculas. Solicita aposentadoria em 1986, e dois anos depois publica seu último artigo científico, com Suzana e Jornada (FRIES et al., 1988).

Agradecimentos

Agradeço a Alice Maciel pelas informações prestadas em entrevista concedida em 13 de março de 2013, e a Gerhard Jacob por revisar o texto e corrigir informações sobre dados factuais a respeito da criação do IF-UFRGS.

Referências

MATTHIAS, E., BOSTROM, L., MACIEL, A., SALOMON, M., LINDQVIST, T. Magnetic dipole interactions studied by the differential angular correlation method. *Nuclear Physics*, 40:656-659, Jan./Fev. 1963.

SANTOS, C.A. dos (Org.). Instituto de Física da UFRGS: 50 anos de inovação científica, pedagógica e tecnológica. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2013.

FRIES, S. G., MACIEL, A., da JORNADA, J. A. H. The effect of pressure and temperature on the electric-field gradient at Cd-111 on indium sites in intermetallic In-Bi compounds. *Journal Of Physics F-Metal Physics*, 18:813-821, 1988.

Alba Theumann: uma paixão pela Física

Sergio G. Magalhães
Marco A. Idiart

A chegada de Alba Theumann, juntamente com Walter Theumann, ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IF/UFRGS), em 1982, representou um importante acréscimo e renovação a essa instituição. O Instituto de Física, até então, tinha uma tradição forte em física nuclear teórica, e estava apresentando uma rápida expansão na área de física experimental. Mas poucos pesquisadores dedicavam-se ao estudo teórico em matéria condensada e mecânica estatística. Alba e Walter Theumann, trabalhando com problemas independentes, entretanto em uma clara parceria na sua atitude de trabalho, ajudaram a moldar definitivamente o futuro da instituição. Não somente introduziram novos e empolgantes problemas científicos, mas também trouxeram novas técnicas, que foram rapidamente e competentemente transmitidas aos estudantes nos cursos de pós-graduação e nas orientações (SANTOS, 2013). Das muitas marcas que Alba Theumann deixou no Instituto de Física da UFRGS, a que talvez mais reverbere na memória de seus muitos estudantes de graduação e pós-graduação e de seus colegas seja a sua visão da ciência e do trabalho de investigação científica. Uma visão que se manifestava no cotidiano de seu trabalho: o rigor intenso na busca de resultados implicava conceber o trabalho de investigação como uma atividade a ser feita com cuidado artesanal.

Hoje em dia se discute muito o papel do cientista e como deve ser a sua atuação. Há quem diga que o bom cientista moderno é um bom gerente de projetos. Que deveria fazer cursos de gerenciamento de Recursos Humanos e possivelmente até um MBA. Porém, o melhor da ciência é justamente o fato de ter espaço para todas as vocações e

personalidades. E devemos ter bons exemplos de todos os estilos. E Alba Theumann foi um bom exemplo. Ela localizou-se no outro extremo do espectro. No canto do espectro no qual a ciência se distancia dos negócios e se aproxima da arte. Ela realizou sempre suas pesquisas com grande independência intelectual e teve o prazer do artesão em todas as etapas do processo. Desde a formulação das ideias, sua execução até a escrita final do trabalho. Gostava de fazer tudo e por isso pôde e poderia fazê-lo onde quisesse, só bastava ter uma biblioteca.

Para aqueles que tiveram a oportunidade de interagir com Alba Theumann, para além do aprendizado dos temas de investigação e técnicas, restará como legado permanente a exposição a esses valores.

Alba Theumann conclui sua graduação na Argentina, na Universidade de Buenos Aires, em 1962, e em 1963 se muda para Nova York para realizar o doutoramento na Yeshiva University. Esta foi uma época extraordinária para se estar nos Estados Unidos. É em 1963 que a banda inglesa The Beatles estoura, que John Kennedy é assassinado, e que Martin Luther King se destaca como o expoente máximo da luta pelos direitos civis e igualdade racial. Também nesta época surge o movimento contracultural *hippie* e os jovens e estudantes universitários norte-americanos começam a mobilizar-se em demonstrações pacifistas que durarão mais de uma década. Contudo, os Estados Unidos não eram só efervescentes culturalmente, eram também cientificamente. A mecânica estatística e a física de estado sólido tinham um grande momento seguido ao estrondoso sucesso da teoria BCS, que explicara, a partir de primeiros princípios, a supercondutividade. Técnicas como expansões diagramáticas, formulação de integrais funcionais, superálgebra, supersimetria, e grupo de renormalização começariam a ser usadas intensamente em problemas de física da matéria condensada. Esta experiência definiu profundamente a escolha de assuntos de pesquisa e as técnicas que Alba Theumann usaria durante toda sua carreira, e que traria para Porto Alegre.

Antes de sua chegada ao IF/UFRGS, teve longa experiência de trabalho em universidades e laboratórios nos Estados Unidos, Noruega, Argentina e França. Nesse último país, no início dos anos 70, trabalhou em dois dos principais centros de investigação, CEN-Saclay e

LPS-Orsay. Durante esse período, cooperou e interagiu com importantes pesquisadores desses centros, expoentes de sua geração, como Cyrano de Dominicis, Marie-Thérèse Béal-Monod, Bernard Coqblin e outros. Os sólidos vínculos profissionais e de amizade fizeram com que alguns desses pesquisadores visitassem várias vezes o IF/UFRGS para cooperação com Alba Theumann.

Logo no início de sua vida científica, Alba Theumann publicou trabalhos que seriam a marca permanente de sua carreira, o domínio profundo e utilização rigorosa de técnicas de teoria de muitos corpos com ênfase em soluções analíticas de problemas fundamentais de matéria condensada e mecânica estatística. Um dos seus primeiros trabalhos, o artigo “Self-Consistent Solution of the Anderson Model” (*Phys. Rev.*, vol. 178, 978 (1969)), ilustra muito bem a marca mencionada. O modelo de Anderson tinha sido introduzido no início dos anos 60 para responder a uma questão fundamental: como uma impureza magnética pode afetar os elétrons de condução? No momento da publicação do mencionado artigo, essa questão era objeto de grande interesse teórico e experimental. Nesse trabalho, Alba Theumann aplicou o formalismo de Funções de Green, introduzido poucos anos antes por D. N. Zubarev para tratar o modelo de Anderson no limite de interação infinita. O resultado é um trabalho notável pela engenhosidade no desacoplamento da equação de movimento das Funções de Green e de sua solução analítica.

Os artigos publicados nos anos seguintes aprofundam a marca mencionada, isto é, a abordagem de importantes problemas de matéria condensada com formalismos inovadores. Um bom exemplo é o artigo “Critical Temperature of Superconducting Alloys for Transition Metal Impurities” (*Phys. Rev. B.*, vol. 5, 4382 (1972)), no qual o tema da supercondutividade em metais de transição é formulado em termos de interação funcional. Nesse trabalho, a equação para gap supercondutor é obtida com as Funções de Green do problema calculada a partir de somas de diagramas de Feynman. A utilização sistemática de diagramas de Feynman em problemas de matéria condensada já tinha sido abordada por Alba Theumann um ano antes em artigo em coautoria com R. D. Mattuck, intitulado “Expressing decoupled equations of motion for

the Green functions as partial sum of Feynman diagrams” (Adv. Phys., vol. 20, 721 (1971)). Esse trabalho demonstra o domínio profundo de um formalismo poderoso para tratar os problemas importantes de matéria condensada.

A partir da segunda metade dos anos 70, Alba Theumann começou a trabalhar mais intensamente em dois grandes problemas desse período: localização de Anderson e vidros de spin. Esse dois temas trouxeram o papel da desordem para o centro da discussão científica na área de matéria condensada e mecânica estatística. Com isso, também a necessidade de novas técnicas, como, por exemplo, o famoso método das réplicas.

Ao chegar em Porto Alegre, Alba Theumann trouxe consigo vários problemas de investigação envolvendo vidro de spin e localização de Anderson. Alguns desses problemas foram apresentados como problemas de pesquisa a sua primeira geração de estudantes de mestrado e doutorado. Podemos citar como exemplo: formulação quântica para vidro de spin, supercondutividade, localização de Anderson com impurezas correlacionadas e em campo magnético. Cada um desses problemas tratados com diversidade de técnicas como grupo de renormalização, expansão diagramática, integração funcional com método das réplicas e supersimetria.

No início dos anos 90, mostrando novamente a sua grande capacidade de abordar novos temas de investigação, Alba Theumann focou seu interesse na investigação de Redes Neurais, utilizando métodos de mecânica estatística. Quase dez anos antes, em 1982, o pesquisador de Caltech John J. Hopfield formulou o problema de armazenagem de memória em redes neuronais como um problema de achar mínimos locais numa função de energia de um sistema desordenado. Isto gerou uma ponte teórica que ligou instantaneamente duas áreas aparentemente muito distintas, o magnetismo em sistemas desordenados e o estudo do funcionamento do cérebro. A conexão final se deu pela contribuição de Daniel Amit, professor da Universidade Hebraica de Israel e da Universidade de Roma, e amigo pessoal de Alba Theumann. Em 1985, Amit e colaboradores resolveram exatamente o Modelo de Hopfield usando a técnica de réplicas, a mesma usada por D. Sherrington e S.

Kirkpatrick em um modelo seminal de vidro de spins, em 1975. Isto deu origem ao período de ouro das redes neuronais em mecânica estatística e foi a porta de entrada para a Alba Theumann nesta área, que até então carecia de resultados analíticos importantes.

Ao final dessa década e a partir de então, seus temas de interesse voltaram-se para problemas envolvendo vidros de spin, como, por exemplo, a competição entre vidro de spins e efeito Kondo ou supercondutividade e, em particular, a formulação quântica para vidros de spins. Seus últimos trabalhos com seus estudantes de mestrado e doutorado concentrar-se-iam nestes temas. Sua investigação tinha como foco uma versão quântica para o modelo esférico de spins. Infelizmente seu falecimento precoce tornou inconclusa sua contribuição nessa linha de trabalho. Uma contribuição que, certamente, expressaria a sua visão de ciência e da investigação científica.

Referências

SANTOS, Carlos Alberto dos (org.), *Instituto de Física da UFRGS: 50 anos de inovação científica, pedagógica e tecnológica*, Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2013.

Recordando Carolina

Saulo Carneiro

Há muito ela sentia falta do Timão e estava ali para matar saudades. Parou o fusca vermelho não muito longe do Mineirão e seguiu a pé, com a camiseta do Casagrande que usava desde a juventude. A pedra atingiu um carro ao lado, e ela mal teve tempo de entender o que ocorria quando um grupo de corintianos, descendo de um ônibus fretado, a empurrou depressa para dentro. “Fazendo o quê sozinha aqui, mana, tá doida? Em que ônibus cê veio?” “Vim sozinha, moro aqui em BH mesmo.” No estádio se juntaram a muitos outros, e ela respirou aliviada. “Essa aqui é a Carol, veio de Sampa trabalhar em BH.” “Ah, é? E quê que cê faz?” “Trabalho na universidade.” “Pô, legal. Trabalho duro?” “Um pouco, mas gosto muito.” Depois do jogo a acompanharam até o fusquinha, tinham que voltar logo, celebrariam em São Paulo. Troca de telefones, abraços felizes.

Sair de São Paulo não havia sido decisão fácil. Há anos era livre-docente no Departamento de Física-Matemática do IFUSP, tinha quase duas dezenas de bolsistas, e o convite para se tornar titular da UFMG a pegou de surpresa. Conversou muito com os alunos, pensou por um tempo. Separar-se da mãe não era fácil, mas há muito vivia sozinha, passara muitos anos no exterior, e a perspectiva de coisas novas sempre a animava. Foi. Para nós significava mudar de orientador ou iniciar uma constante peregrinação a Belo Horizonte. Quase todos optamos pela segunda. Em BH nos recebia em seu apartamento, colchonetes na sala e no escritório. Impressionava-nos as estantes repletas de livros de arte e de física, adquiridos em Heidelberg, Paris, Lisboa ou onde mais houvesse vivido como pesquisadora visitante. Cidades onde sempre voltava a trabalho ou para rever velhos amigos. Impressionavam-me também as horas noturnas que passava em seu quarto, ao violão clássico.

Onde o teria aprendido? Aprender fosse talvez o que mais gostasse na vida. Idiomas, aprendeu muitos. Dizia que só parou ao fracassar com o húngaro.

Maria Carolina Nemes formou-se e doutorou-se na USP, sob orientação do Prof. Toledo Pisa. Foi visitante em muitas instituições na Europa e América do Norte, obtendo sua livre-docência na Universidade de Heidelberg, onde trabalhou por vários anos. Foi também *fellow* da Alexander von Humboldt Foundation. Suas pesquisas originais eram em Física Nuclear clássica, mas aos poucos as estendeu à física nuclear relativística, espalhamento de íons pesados, física de hádrons, caos em sistemas dinâmicos, descoerência em sistemas quânticos e teoria quântica de campos. Esta última foi sua área de maior concentração nos últimos anos na UFMG, em colaboração com Marcos Sampaio. Seus estudos em física de hádrons levaram à formação de um amplo e sólido grupo em seus anos na USP, com colaborações também no CBPF, aonde nos dirigíamos semestralmente para *workshops* e encontros internacionais organizados por ela, Takeshi Kodama, Yojiro Hama, Frederique Grassi, Marina Nilsen e Fernando Navarra, entre outros. De Yojiro foi a iniciativa de sua candidatura exitosa à Academia Brasileira de Ciências.

Mas sua maior preocupação foram sempre seus alunos. Éramos um grupo realmente grande. Minha impressão de Carol foi sempre a de um mestre enxadrista que jogava simultaneamente com vários aprendizes, os quais esperavam pacientemente sua vez, pensando sós e por um longo tempo sobre seus problemas, tendo seus nós desatados pela mestra numa rápida e fulminante jogada. Inevitavelmente tínhamos que ser bastante independentes, ou aprendermos a sê-lo. Nem sempre funcionou. Nenhum de nós se arrependeu. No grupo havia gente de todo o Brasil, e também da Argentina, Chile, Colômbia, e muitas mulheres. Orientar para Carol era um ministério. Ensinava-nos com o exemplo, não era preciso dizer nada direta e claramente. Entre nós a chamávamos “mainha”. Ensinar também era um ministério. Por anos manteve cursos livres preparatórios para o exame de qualificação de doutorado do IFUSP, à parte sua carga didática regular, voltados para os alunos que mais necessitavam, especialmente os que vinham de fora. Pesquisar era uma paixão, publicando uma centena de artigos ao longo da carreira.

Ao receber seu holerite costumava brincar: “Eles me pagam para fazer Física!”.

São breves reminiscências que se baseiam em recordações pessoais, e certamente são muitas as lacunas. Uma composição coletiva sem dúvida daria uma imagem mais completa de sua rica personalidade. Por sorte tenho comigo duas cartas que Carol enviou a um de seus alunos, e que anexo em fac-símile. Gostava de nos escrever cartas, ainda que já tivéssemos *e-mail* nos anos 90. Tratavam de física, de nossas teses, ou de alguma ideia que lhe veio e queurgia compartilhar. Nossa opinião lhe importava tanto quanto a de qualquer colega. No primeiro texto, ela rascunha a derivação de uma equação de tipo Dirac para o fóton, partindo das equações de Maxwell do campo eletromagnético. No segundo, onde as duas polarizações do fóton são demonstradas, nota-se o carinho sempre presente nas aberturas e despedidas de suas cartas. A originalidade do conteúdo é aqui irrelevante. Para ela foi uma descoberta original, ou uma redescoberta. E mostra bem a forma como Carolina fazia física, e o amor com que o fazia.

L-3.1 (últimos capítulos)
L-4 1^o capítulo

DATA: / /

Eqs. de Maxwell no vácuo

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{H} - \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = 0$$

$$\nabla \cdot \mathbf{H} = 0 = \nabla \cdot \mathbf{E}$$

$$\Psi_j = E_j + i H_j \quad j = 1, 2, 3$$

$$\left| \begin{array}{l} \frac{\partial \Psi_j}{\partial x_j} = 0 \end{array} \right|$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_{jkl} \frac{\partial E_l}{\partial x_k} + \frac{1}{c} \frac{\partial H_j}{\partial t} = 0 \quad \epsilon_{jkl} \frac{\partial H_l}{\partial x_k} - \frac{1}{c} \frac{\partial E_j}{\partial t} = 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial H_j}{\partial x_j} = 0 = \frac{\partial E_j}{\partial x_j} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_{jkl} \frac{\partial \Psi_l}{\partial x_k} - i \frac{\partial \Psi_j}{\partial t} = 0 \end{array} \right.$$

$$\frac{\partial \Psi_j}{\partial x_j} = 0$$

$$\frac{i}{c} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \Psi_j}{\partial x_j} \right) = \epsilon_{jkl} \frac{\partial^2 \Psi_e}{\partial x_k \partial x_l} = 0$$

↓

$\frac{\partial \Psi_j}{\partial x_j}$ é independente de t

∴ podemos dispensar a cond. $\frac{\partial \Psi_j}{\partial x_j} = 0$

$$\text{e só trabalhar c/ } \epsilon_{jkl} \frac{\partial^2 \Psi_e}{\partial x_k \partial x_l} - \frac{i}{c} \frac{\partial \Psi_j}{\partial t} = 0$$

supondo que $\frac{\partial \Psi_j}{\partial x_j} = 0$ em $t=0$

Definimos as matrizes $(S_k)_{je} = i \epsilon_{jke}$

$$p_k = -i \hbar \frac{\partial}{\partial x_k}$$

↓

$$i \hbar \frac{\partial \Psi_j}{\partial t} = \sum_e (S_k)_{je} p_k \Psi_e$$

componente j de eq. matricial

$$H = \sum_k S_k p_k$$

DATA: / /

Soluções

$$\Psi_j = u_j \exp\left[\frac{i}{\hbar} (\mathbf{p} \cdot \mathbf{r} - Et)\right]$$

$$(u_j) = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} \text{ etc}$$

Na "eq de Schrödinger"

$$\begin{cases} Eu_1 + icp_2 u_2 - icp_3 u_3 = 0 \\ -icp_3 u_1 + Eu_2 + icp_1 u_3 = 0 \\ icp_2 u_1 - icp_1 u_2 + Eu_3 = 0 \end{cases}$$

$$\text{Soluções} \rightarrow \det = 0 \rightarrow \underline{\underline{E = 0, \pm cp}}$$

algebra

$$\Psi_{\pm}(\mathbf{p}, \pi \pm 1) = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3/2}} u_{\pm} \exp\left[\frac{i}{\hbar} (\mathbf{p} \cdot \mathbf{r} - cp t)\right]$$

$$u_{\pm} = \frac{1}{\sqrt{2p^2(p^2 + p_3^2)}} \begin{bmatrix} \pm p p_2 - p_1 p_3 \\ -\pm p p_1 - p_2 p_3 \\ \cdot p_1^2 + p_2^2 \end{bmatrix}$$

$$u_j p_j = 0 \quad \text{e, portanto} \quad \text{eliminar } u_3$$

$$H \Psi_{\pm} = \pm cp \Psi_{\pm}$$

B.H. 2/7/92

Queridissimo Mago,

☺ pensar me deu uma lição de casa que fazer e eu fiz!! Veja só que lindo! Está te mandando porque ~~para~~ tem a ver com a polarização do foton. Veja lá: eu tinha chegado no esquecer

$$i\hbar \frac{\partial \Psi_j}{\partial t} = c(S_k)_{jk} p_k \Psi_e$$

$$(S_k)_{jk} = i\epsilon_{jke} \quad p_k = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x_k}$$

$H = c S_k p_k$ é a matriz hamiltoniana

$$S_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -i \\ 0 & i & 0 \end{bmatrix} \quad S_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & i \\ 0 & 0 & 0 \\ -i & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad S_3 = \begin{bmatrix} 0 & -i & 0 \\ i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Vamos então, procurar soluções

$$\Psi_j = u_j \exp \left[\frac{i}{\hbar} (\vec{p} \cdot \vec{r} - Et) \right]$$

$$u_j = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix}$$

Substituindo na "eq. de Schrödinger"

$$E u_1 + i c p_3 u_2 - i c p_2 u_3 = 0$$

$$-i c p_3 u_1 + E u_2 + i c p_1 u_3 = 0 \quad (1)$$

$$i c p_2 u_2 - i c p_1 u_2 + E u_3 = 0$$

P/ que existam soluções, o determinante deve se anular. Essa condic^o e' satisf^{ta} p/ 3 valores de $E \Rightarrow E = 0 \quad E = \pm c p$

$$\therefore H\psi = E\psi$$

tem 3 solu^oes linearmente independentes u_0, u_+, u_- com autovalores $E = 0 \quad E_+ = +c p \quad E_- = -c p$

Impondo normaliza^o

$$u_0^\dagger u_0 = u_+^\dagger u_+ = u_-^\dagger u_- = 1$$

P/ $E = 0$ as eqs. 1 e tomam

$$p_3 u_2 - p_2 u_3 = 0$$

$$p_1 u_3 - p_3 u_1 = 0$$

$$p_2 u_1 - p_1 u_2 = 0$$

$$(u_0)_2 = \frac{p_2}{p_1} (u_0)_1$$

$$(u_0)_3 = \frac{p_3}{p_1} (u_0)_1$$

Usando ainda a condic^o de normalizac^o

$$1 = |u_{01}|^2 + |u_{02}|^2 + |u_{03}|^2 = \frac{p_1^2}{p_1^2} |u_1|^2$$

⇒ (o menos de 1 fator de fase)

$$u_0 = \frac{1}{p} \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix} \quad \text{EXISTE, portanto}$$

1) $E = +c p$ (n^o dar os resultados)

$$(u_+)1 = \frac{i p_2 p_3 - p_1 p_3}{p_1^2 + p_2^2} u_3$$

$$(u_+)2 = -\frac{p_2 p_3 + i p_1 p_3}{p_1^2 + p_2^2} u_3$$

$$u_3 = \frac{p_1^2 + p_2^2}{\sqrt{2 p^2 (p_1^2 + p_2^2)}}$$

Resumindo

$$u_+ = \frac{1}{\sqrt{2 p^2 (p_1^2 + p_2^2)}} \begin{bmatrix} i p_2 p_3 - p_1 p_3 \\ -i p_1 p_3 - p_2 p_3 \\ p_1^2 + p_2^2 \end{bmatrix}$$

É f^ocil ver que

$$u_j p_j = 0$$

N^o \hat{e} satisfeito pela
relac^o u_0 \hat{o} o elimi-
namos ela !!!

$$u_{\pm}^+ u_{\mp}^- = 0 \quad \text{e normalização } u_j^+ p_j = \pm \hbar$$

pois no \hat{n} chamadas nds. transversas.

é um conj. completo de autofunções para
caso de radiação pura e'

$$\Psi_+(\vec{p}, \vec{r}, t) = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3/2}} u_+ \exp\left[\frac{i}{\hbar}(\vec{p}\cdot\vec{r} - c p t)\right]$$

$$\Psi_-(\vec{p}, \vec{r}, t) = \frac{1}{(2\pi\hbar)^{3/2}} u_- \exp\left[\frac{i}{\hbar}(\vec{p}\cdot\vec{r} + c p t)\right]$$

$$H \Psi_{\pm} = \pm c p \Psi_{\pm}$$

(Que tal?)

Me diga o que seja disto! ~~de disto~~
Espero amizosa.

Mil beijos ao meu Mago

Simplesmente MagRa.

.....
PARTE III
.....

Panorama e Perspectivas

Mulheres na Física: uma análise quantitativa

Elisa B. Saitovitch
Betina S. Lima
Marcia C. Barbosa

A participação feminina em diversas áreas do conhecimento tem crescido nas últimas décadas e, em alguns casos, tem ultrapassado a participação masculina. Este, no entanto, não é o caso da física. Ciente de que a presença de mulheres na física é muito pequena, em 1999, a Assembleia Geral da International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP) constituiu o Grupo de Trabalho de Mulheres na Física com o intuito de obter dados sobre a participação das mulheres na física nos diversos níveis da carreira no mundo, identificar as barreiras que representam um empecilho para as mulheres na física e definir ações para reverter o problema (IUPAP, 2015).

Em 2002, este grupo de trabalho realizou em Paris a *First IUPAP International Conference on Women in Physics* (IUPAP-CONFERENCE-I, 2002, BARBOSA, 2003) na qual as barreiras que as mulheres enfrentam para entrar na carreira de física foram analisadas. Setenta e cinco países (75) participaram do evento e mostraram dados do percentual de mulheres na graduação, doutorado e na carreira acadêmica, além de depoimentos pessoais relatando trajetórias e experiências pessoais de mulheres na física. Os resultados apresentados durante o evento foram agrupados por região, considerando as seguintes regiões: América do Norte, América Latina, África, Oceania, Ásia, Europa Anglo-Saxã, Europa Oriental, Europa Latina e Oriente Médio. A Figura 1 mostra os dados médios de cada uma destas regiões e a Figura 2 mostra os percentuais dos diferentes países.

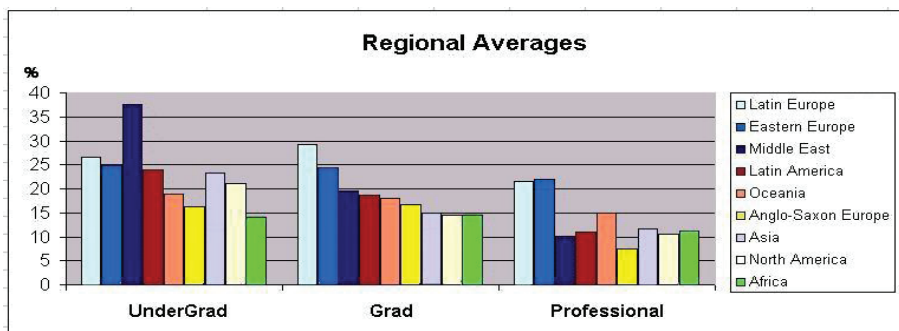


Figura 1 – Percentual de mulheres nos diversos níveis (Undergrad=Graduação, Grad=Doutorado e Profissional=Docente) da carreira nas diversas regiões do mundo [Fonte: (IUPAP-DATA, 2002)]

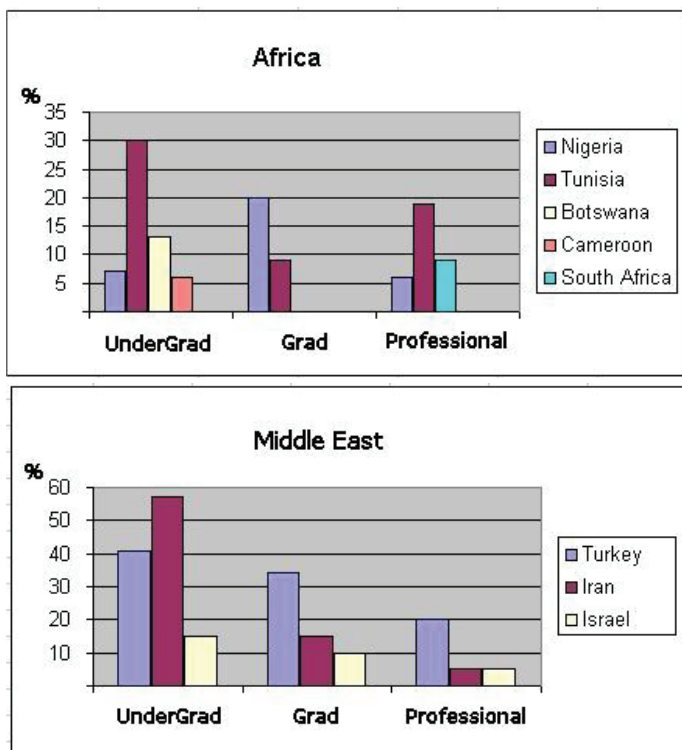


Figura 2 – Percentual de mulheres nos diversos níveis (Undergrad=Graduação, Grad=Doutorado e Profissional=Docente) da carreira em diversos países [Fonte: (IUPAP-DATA,2002)].

Os dados mundiais mostram que o percentual de mulheres diminui à medida que avançam na carreira. Este fenômeno foi observado em um estudo detalhado realizado pelo Grupo de Helsinki (HELSINKI,2001, EU-MEMBER-STATES,1999) e é conhecido como “Scissors Diagram” como forma de ressaltar que as mulheres são cortadas para fora da carreira. Este fenômeno é igualmente denominado pelo Banco Mundial de “The leaky pipe line”(HUYER, 2015), pois as mulheres evadem da carreira como a água de um cano com vazamento, representando uma perda de mão de obra qualificada relevante.

A sub-representação das mulheres nos estágios avançados da carreira e nas posições de prestígio tem sido também denominada exclusão vertical. Já a sub-representação feminina em algumas áreas do conhecimento, a exemplo das Exatas e Engenharias, é intitulada exclusão horizontal.

Os obstáculos em relação à exclusão vertical têm sido representados como “Teto de Vidro”, sob o qual estariam as barreiras à ascensão das mulheres na carreira científica. A transparência do vidro é uma metáfora para a suposta invisibilidade destes obstáculos, uma vez que estes não são de ordem formal, ou seja, não há impedimento legal para a maior participação das mulheres em postos de poder. Outra representação sobre as barreiras na trajetória feminina nas ciências é o “Labirinto de Cristal” (BETINA, 2008), no qual se encontrariam os múltiplos e diversificados obstáculos não somente para a progressão na carreira, mas em todo seu percurso. O labirinto representa: a dificuldade na ascensão na profissão, um ritmo mais lento de progressão na carreira, a desistência ao longo da trajetória.

Apesar da divisão entre a exclusão vertical e a horizontal, em áreas como a física caracterizadas pela menor participação feminina desde o início da carreira, a exclusão vertical é, em geral, mais evidente.

O evento – *First IUPAP International Conference on Women in Physics* – teve como consequência uma série de recomendações (IUPAP-RECOMMENDATIONS,2002) e de resoluções (IUPAP-RESOLUTIONS,2002), entre elas a ampliação da participação de mulheres nas comissões e conselho da IUPAP. Este primeiro evento foi seguido por outras três conferências (IUPAP-CONFERENCE-II, 2005,

IUPAP-CONFERENCE-III, 2008, IUPAP-CONFERENCE-IV, 2011) em que não somente barreiras foram identificadas, mas ações, no sentido de remediá-las. Assim, ações que haviam sido propostas no primeiro evento tiveram sua efetividade analisada. A primeira conferência deu origem a grupos de trabalho sobre mulheres na física em todo o mundo. Estes grupos compõem hoje uma rede sobre o tema. Durante o primeiro e o quarto eventos, foram apresentados resultados de um questionário aplicado a homens e mulheres, que responderam sobre o que os levou para a física e quais as barreiras que enfrentaram nesta caminhada (IVIE,CZUJKO,STOWE, 2002, IVIE, TEFAYER,CZYJKO,CHU, 2013). Esta pesquisa demonstra que conciliar carreira e família representa o maior obstáculo enfrentado pelas mulheres enquanto que o mesmo não se percebe entre homens (IVIE,TEFAYE,CZYJKO,CHU,2013). No terceiro evento, ficou demonstrada a efetividade de duas ações: visitas de inspeção (BARBOSA, GRAYSON, 2009), ou *site visits*, e a formação de grupos de trabalho (KAUSCH, BUTCHER, BARBOSA, IVIE, 2009), *working groups*, em todos os níveis. Os resultados dos grupos de trabalho e apresentações nos quatro eventos já realizados estão resumidos em quatro volumes publicados pelo American Institute of Physics (WOMEN-PHYSICS-I, 2002, WOMEN-PHYSICS-II, 2005, WOMEN-PHYSICS-III, 2009, WOMEN-PHYSICS-IV, 2013).

Na Assembleia final da *First IUPAP International Conference on Women in Physics*, a Profa. Elisa Saitovitch propôs que o segundo evento fosse realizado no Rio de Janeiro, Brasil, em 2005. Ciente de que para organizar um evento como este um debate anterior precisaria ser estabelecido, ela organizou em 2004, no Rio de Janeiro, a Primeira Conferência Latino Americana de Mulheres nas Ciências Exatas e da Vida (CIENCIA-MULHER-I, 2004). O evento congregou não somente pesquisadoras da área de física, mas igualmente químicas, biólogas e algumas cientistas sociais, e buscou entender as diferenças da participação das mulheres também nestas áreas de conhecimento (ou atuação). Os debates foram amplos e deles emergiram ideias que influenciaram a implementação de ações para fomentar a participação feminina nas ciências, tal como a licença-maternidade para estudantes de pós-graduação (CRG-AFIRMATIVAS, 2015). Eventos semelhantes

foram organizados com sucesso em outros países da América Latina: México (2006) (CIENCIA-MULHER-II, 2006), Bolívia (2008) (CIENCIA-MULHER-III, 2008) e Guatemala (2009) (CIENCIA-MULHER-IV, 2009). Estas conferências tiveram um efeito multiplicador ao visibilizar, por meio de dados, relatos e divulgação de estudos, a questão de gênero nas ciências. Este efeito multiplicador é ainda mais relevante para o avanço da democratização das ciências, pois um dos principais entraves é a ausência de mobilização das cientistas em torno das questões de gênero. Esta ausência da mobilização, em parte, é explicada pela negação de problemas específicos em relação à participação feminina na Ciência e Tecnologia.

No Brasil, a Sociedade Brasileira de Física criou em 2003 a Comissão de Relações de Gênero. Além disso, a delegação brasileira teve ampla participação nos eventos organizados pela IUPAP e em outros eventos e ações organizados pelo governo federal como no caso do Programa Mulher e Ciência, implementado em 2005, cujos objetivos são impulsionar a carreira científica das mulheres e fortalecer os estudos de gênero. O programa possui três ações principais: 1) um Prêmio anual Construindo a Igualdade de Gênero para artigos e trabalhos no campo de pesquisa de Mulheres, Relações de Gênero e Feminismos; 2) um edital bienal para apoiar pesquisa na área de Mulheres, Relações de Gênero e Feminismos; 3) um encontro “Pensando Gênero e Ciências”, de três em três anos, para debater tanto as questões sobre a participação das mulheres nas ciências como também assuntos relacionados ao fortalecimento do campo de estudo de gênero (CNPq-MULHER, 2015).

Na última década, a participação das mulheres no mundo do trabalho tem se ampliado. No meio acadêmico, por exemplo, o percentual de bolsas-ano (média) concedidas ao sexo feminino nas modalidades de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado, considerando todas as áreas do conhecimento, é hoje maior do que o percentual de bolsas concedidas ao sexo masculino. No Brasil, o aumento mais significativo ocorreu na modalidade de Pós-Doutorado.

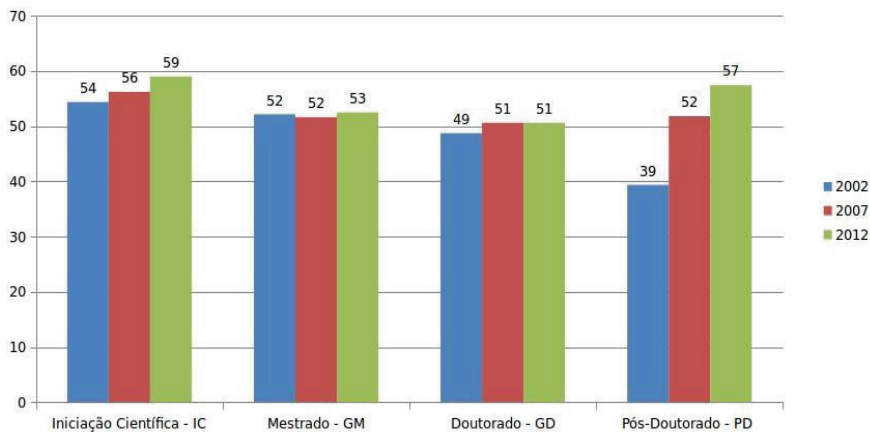


Figura 3 – Evolução do percentual em todas as áreas do conhecimento de mulheres nos diversos níveis de bolsa: iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado nos anos de 2002, 2007 e 2012 [Fonte: CNPq].

Este aumento de participação de mulheres se observa nos diferentes níveis em física? Para responder a esta pergunta, obtivemos para o período de 2001 a 2012 o percentual de bolsistas dos sexos masculino e feminino nas seguintes modalidades de bolsa: Iniciação Científica do Programa de Bolsas IC e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), mestrado, doutorado e produtividade em pesquisa (PQ). Para identificar o percentual de estudantes de graduação dos dois sexos envolvidos com pesquisa, analisamos duas bolsas de Iniciação Científica: Iniciação Científica (IC) e Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). Na primeira modalidade, o CNPq concede a cota de bolsa diretamente ao(à) pesquisador(a). O(A) pesquisador(a) fica responsável por realizar a seleção do(a) bolsista. Como a seleção é feita pelo mesmo comitê assessor do CNPq que concede a bolsa de produtividade em pesquisa, há uma correlação entre ser bolsista de PQ e ter uma cota de bolsa de IC. A bolsa de IC tem uma duração de até três anos, o que a torna uma ferramenta interessante para manter alunos e alunas por um período maior. As cotas de bolsa de PIBIC são concedidas diretamente para as universidades, que por um processo interno distribuem as bolsas entre pesquisadores. São

em maior número, portanto os pesquisadores que recebem cotas não necessariamente são bolsistas de PQ. A duração é de um ano, portanto servem para manter estudantes por um período menor ou testar um potencial estudante para uma bolsa de IC.

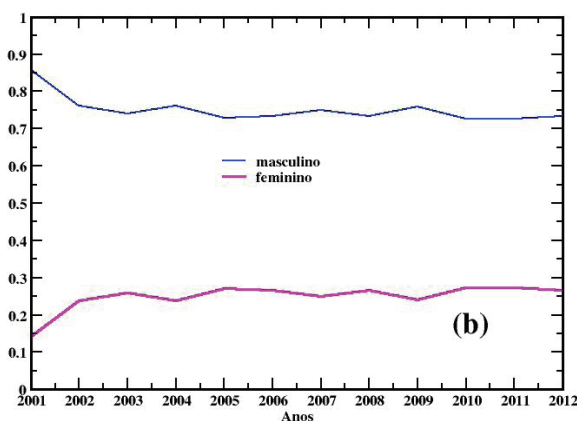
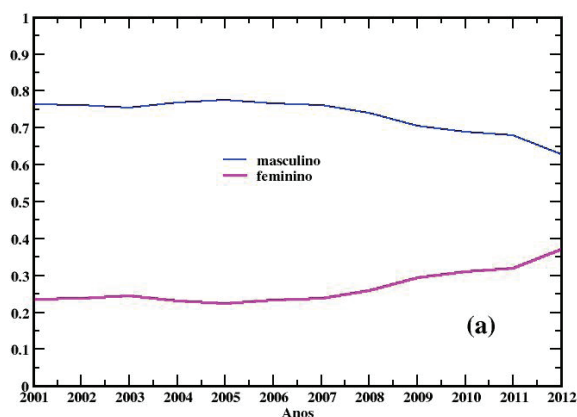
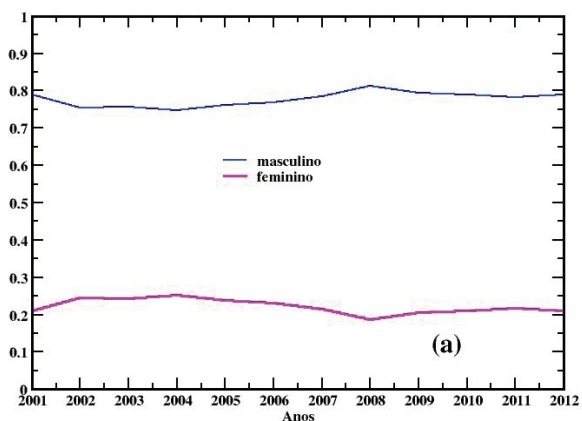


Figura 4. Percentual de bolsistas de iniciação científica dos sexos feminino (rosa) e masculino (azul) nos anos de 2001 a 2012 de duas modalidades de bolsa: (a) PIBIC e (b) IC (Fonte: CNPq).

Os gráficos 4a e 4b ilustrados na figura 4 mostram os percentuais de bolsistas dos sexos feminino e masculino de 2001 a 2012 com bolsas PIBIC e IC respectivamente. Os percentuais de bolsistas do sexo feminino com bolsas de IC são significativamente menores do que com bolsa PIBIC. Além disso, enquanto os percentuais em torno de 25% de bolsistas IC mulheres não se alteram durante uma década, o percentual de bolsistas PIBIC cresce a partir de 2007, chegando a 37% em 2012. Cabe ressaltar que o crescimento de mulheres coincide com o aumento no número de cotas PIBIC e conseqüentemente com a possibilidade de pesquisadores não bolsistas PQ receberem uma cota.

Para verificar se o percentual de bolsistas de pós-graduação do sexo feminino tem se modificado ao longo desta última década, analisamos o percentual de bolsistas do CNPq de mestrado e doutorado dos dois sexos de 2001 a 2012. Os gráficos 5a e 5b, na figura 5, ilustram estes percentuais para bolsistas de mestrado e de doutorado respectivamente. Os dados mostram percentuais em torno de 21% para o mestrado e de 17% para o doutorado sem que nenhuma tendência de aumento seja detectada. O aumento observado nas bolsas de PIBIC parece não se ter propagado para as bolsas de mestrado.



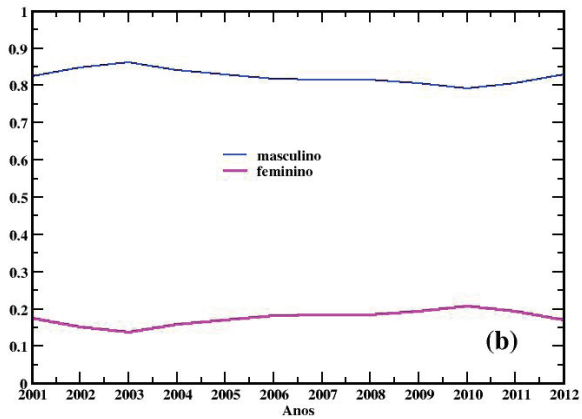


Figura 5. Percentual de bolsistas de (a) mestrado e (b) doutorado de 2001 a 2012 dos sexos feminino (rosa) e masculino (azul) (Fonte: CNPq).

Para verificar como os percentuais de bolsistas de produtividade em pesquisa dos dois sexos se alteraram durante a última década, analisamos o comportamento destas bolsas ao longo do tempo. O gráfico 6a, na figura 6, ilustra o percentual de bolsistas de produtividade em pesquisa dos sexos feminino e masculino. O percentual de bolsistas do sexo feminino está em torno de 11% há mais de uma década. A análise do comportamento nos diferentes níveis não é muito diferente. Recentemente mostramos que o percentual de bolsistas nos níveis 2, 1D, 1C, 1B e 1A em torno de respectivamente 14%, 13% , 9% , 9% e 5% não se alterou significativamente durante a última década (BARBOSA, LIMA, 2013). Sinais desta ausência de crescimento na participação de mulheres nas bolsas de PQ já haviam sido sugeridos anteriormente (COTTA, CALDAS, BARBOSA, 2009) como um indicativo de este sistema estar em um equilíbrio estável. Tal equilíbrio não representa uma situação estacionária de fluxo de mulheres, pois o percentual de mulheres, como indicado no gráfico 6b da figura 6, diminui à medida que se avança na carreira (BARBOSA, CALDAS, 2002).

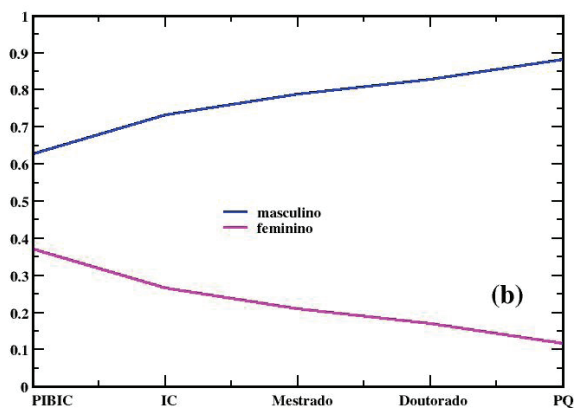
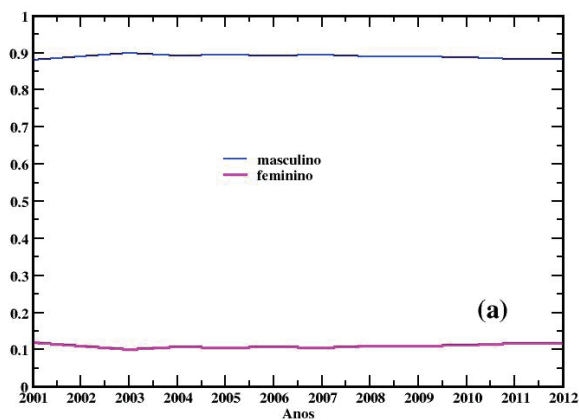


Figura 6. Percentual de pesquisadores dos sexos feminino (rosa) e masculino (azul) (a) bolsistas de Produtividade em Pesquisa de 2001 a 2012 e (b) bolsistas de PIBIC, IC, Mestrado, Doutorado e PQ em 2012 (Fonte: CNPq).

Vários fatores devem ser considerados para explicar a razão da evasão das mulheres ao longo da carreira de física. Um deles é a maternidade. Em um sistema que premia a produtividade, a maternidade pode implicar uma diminuição da mesma e consequente perda da bolsa. Para contornar este problema, recentemente, o CNPq e a CAPES

determinaram a criação da licença-maternidade para bolsistas de mestrado, doutorado e pós-doutorado. Em 2012, o CNPq decidiu ampliar esta licença para as bolsistas de Produtividade em Pesquisa (CRG-AFIRMATIVAS, 2015). Espera-se que estas ações tenham como consequência a ampliação da participação das mulheres na distribuição das bolsas de PQ.

A maternidade, no entanto, não é capaz de explicar a presença tão pequena de mulheres na física nos níveis mais altos da bolsa de PQ. Um estudo quantitativo comparando dados de número de publicações e orientações identificou em 2005 que em dois níveis, PQ 2 e PQ 1B, as bolsistas apresentavam um número superior de publicações e orientações, quando comparadas aos colegas de mesmo nível (BARBOSA, ARENZON, 2015, BARBOSA, ARENZON, 2005, DUARTE, BARBOSA, ARENZON, 2015]. Esta análise repercutiu entre os pesquisadores e o comitê assessor de física do CNPq corrigiu as distorções apresentadas nestes dois níveis. Uma análise dos mesmos dados de 2009 mostrou que os números de artigos e orientações dos pesquisadores dos dois sexos nos diversos níveis se equiparavam (DUARTE, BARBOSA, ARENZON, 2015, ARENZON, DUARTE, CAVALCANTI, BARBOSA, 2013).

Uma análise comparativa entre o número de citações e parâmetro H (HIRSCH, 2005) dos pesquisadores dos diversos níveis mostra igualmente uma equiparação entre pesquisadores dos sexos feminino e masculino com exceção do nível 1A, em que as pesquisadoras têm um número em média bem inferior ao apresentado pelos homens. Este resultado, embora baseado em um número muito pequeno de dados, parece indicar que as mulheres apresentam mais dificuldades em lidar grandes redes de colaborações necessárias para que o número de citações e H atinja um patamar elevado.

Em resumo, analisamos uma série de dados das bolsas e identificamos que o percentual de mulheres nos diferentes níveis é pequeno, diminui à medida que analisamos níveis mais elevados e que os valores não têm aumentado com o passar do tempo, apesar de ter havido um aumento do número de mulheres na física. Fato semelhante ocorreu na participação das mulheres como sócias na SBF; apesar de haver

aumentado o número de sócias mulheres, sua distribuição no diferentes níveis (mestrandas, doutorandas e doutoras) permaneceu a mesma.

Assim, políticas específicas, além da licença-maternidade, para eliminar barreiras devem ser implementadas. Urge realizar um acompanhamento do sistema para melhor identificar estas barreiras. É importante ter em mente que as barreiras podem ser diferentes para as diversas etapas da carreira, e que é necessário identificá-las e propor estratégias com o objetivo de superá-las, contribuindo para uma participação maior e mais qualificada das mulheres na física brasileira.

Referências

ARENZON, J. J., DUARTE, P., CAVALVANTI, S., BARBOSA, M. C., Women and physics in Brazil: Publications, Citations and H index, AIP Conference Proceedings **1517**, 78, 2013.

BARBOSA, M. C., *Equity for Women in Physics*, Physics World **16**, July , 2003.

BARBOSA, M. C., GRAYSON, D., *Site Visits: Assessing and Improving the Climate for Women in Physics*, AIP Conference Proceedings **1119**, 14 (2009).

BARBOSA, M. C., LIMA, B. S., *Mulheres na Física do Brasil: Por que tão poucas?*, In: Trabalhadoras: Análise da Feminização das Profissões e Ocupações, Ed. Silvia Cristina Yannoulas, 2013.

BARBOSA, M. C., ARENZON, J. J., *Produtividade em Pesquisa - CNPq-2005: Uma análise comparativa*. <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/cnpq-2005.html>. Consulta em Fevereiro de 2015.

BARBOSA, M. C., ARENZON, J. J., *Pesquisadores da UFRGS sugerem ao CNPq o uso de estatísticas no planejamento de políticas*, Jornal da Ciência e-mail **2784**, 8 de Junho, 2005. <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/policy.html/jc-2005.pdf>. Consulta em Fevereiro de 2015.

CALDAS, M. J., BARBOSA, M. C., Women in Physics in Brazil, AIP Conference Proceedings **268**, 135 (2002).

CIENCIA-MULHER-I, Mulheres Latino Americanas em Ciências Exatas e da Vidar, Rio de Janeiro, Brazil, 2004. <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/iupap/mulher/>.

CIENCIA-MULHER-II, *Mujeres Latinoamericanas em Ciencias Exactas y de la Vida*, Mexico DF, Mexico, 2006. <http://www.ifuap.buap.mx/eventos/mujerciencia/>. Consulta em Fevereiro de 2015.

CIENCIA-MULHER-III, *III Conferencia de Latinoamericanas en las Ciencias Exactas y de la Vida*, La Pax, Colombia, 2008. http://mujeresnet-convocatorias.blogspot.com.br/2008_01_01_archive.html. Consulta em Fevereiro de 2015.

CIENCIA-MULHER-IV, *Cuarta Conferencia de Latinoamericanas en las Ciencias Exactas y de la Vida*, Guatemala, 2006. <http://portal.oas.org/Portal/Topic/CienciaTecnolog%C3%ADaInnovaci%C3%B3n/Programas/GobernabilidadyPol%C3%ADticasP%C3%BAblicas/G%C3%A9neroEnCienciayTecnolog%C3%ADa/Events/tabid/1775/Default.aspx>. Consulta em Fevereiro de 2015.

CNPq-MULHER, Programa Mulher e Ciência, CNPq. <http://www.cnpq.br/web/guest/mulher-e-ciencia>. Consulta em Fevereiro de 2015.

COTTA, M. A., CALDAS, M. J., BARBOSA, M. C., Climbing the Academic Ladder in Brazil, AIP Conference Proceedings **1119**, 80, 2009.

CRG-AFIRMATIVAS, Políticas Afirmativas, Comissão de Relações de Gênero, SBF. <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/sbf-genero/politicas.html>. Consulta em Fevereiro de 2015.

DUARTE, P., BARBOSA, M. C., ARENZON, J. J., *Produtividade em Pesquisa – CNPq-2005-2010: Uma análise comparativa*. <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/cnpq-2010.html>. Consulta em Fevereiro de 2015.

EU-MEMBER-STATES, *Collecting National Statistics for Women in Science*, National Statistics for EU Member States and Associating Countries, 1999. <http://ec.europa.eu/research/science-society/women/wssi/pdf/annex3.pdf>. Consulta em Fevereiro de 2015.

HELSINKI, *Helsinki Group on Women in Science*, Progress Report of May 2001. <http://cordis.europa.eu/improving/women/helsinki.htm>. Consulta em Fevereiro de 2015.

HIRSCH, J. E., *An index to quantify an individual's scientific research output*, Proceedings of the National Academy of Sciences **102**, 16569, 2005.

HUYER, S., *The Leaky Pipeline: Gender Barriers in Science, Engineering and Technology*. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTGENDER/0,,contentMDK:20208058~menuPK:489311~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:336868,00.html>. Consulta em Fevereiro de 2015.

IUPAP, *Iupap Working Group on Women in Physics*, <http://wgwip.df.uba.ar/>. Consulta em Fevereiro de 2015.

IUPAP-CONFERENCE-I, *IUPAP International Conference on Women in Physics*, Paris, 2002. <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/iupap/index-conference-2002.html>. Consulta em Fevereiro de 2015.

IUPAP-CONFERENCE-II, *II IUPAP International Conference on Women in Physics*, Rio de Janeiro, Brasil, 2005. <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/iupap/index-conference-2005.html>. Consulta em Fevereiro de 2015.

IUPAP-CONFERENCE-III, *III IUPAP International Conference on Women in Physics*, Seul, Coréia, 2008. http://wgiwip.df.uba.ar/third_conference/. Consulta em Fevereiro de 2015.

IUPAP-CONFERENCE-IV, *IV IUPAP International Conference on Women in Physics*, Stellenbosch, África do Sul 2011. <http://www.acitravel.co.za/event/index.php?eventID=20> . Consulta em Fevereiro de 2015.

IUPAP-DATA, *World Data from the I IUPAP International Conference on Women in Physics*, Paris, 2002. <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/iupap/data.html> . Consulta em Fevereiro de 2015.

IUPAP-RECOMMENDATIONS, *Recommendations from the I IUPAP International Conference on Women in Physics*, Paris, 2002. <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/iupap/recommendations.html> . Consulta em Fevereiro de 2002.

IUPAP-RESOLUTIONS, *Resolutions from the II IUPAP International Conference on Women in Physics*, Paris, França, 2002. <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa/iupap/resolutions.html> . Consulta em Fevereiro de 2002.

IVIE, R., CZUJKO, R., STOWE, K., *Women Physics Speak: The 2001 International Study of Women in Physics*, AIP Conf. Proc. **628**, 49, 2002.

IVIE, R., TESFAYE, C. L., CZYJKO, R., CHU, R., *The global survey of physics: A collaborative effort illuminates the situation of women in physics*, AIP Conf. Proc. **1517**, 53 , 2013.

KAUSCH, C., BUTCHER, G., BARBOSA, M. C., IVIE, R., *Organizing Women in Physics Working Groups*, AIP Conference Proceedings **1119**, 20, 2009.

LIMA, B. S., *Teto de vidro ou labirinto de cristal? As margens femininas das ciências*, Dissertação (Mestrado em História)-Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

WOMEN-PHYSICS-I, *The IUPAP International Conference on Women in Physics*, AIP Conf. Proc. **628** (2002).

WOMEN-PHYSICS-II, 2nd *IUPAP International Conference on Women in Physics*, AIP Conf. Proc. **795** (2005).

WOMEN-PHYSICS-III, Third *IUPAP International Conference on Women in Physics*, AIP Conf. Proc. **1119** (2009).

WOMEN-PHYSICS-IV, 4th *IUPAP International Conference on Women in Physics*, AIP Conf. Proc. **1517** (2013).

Sobre os autores

Ademir Eugênio de Santana

Possui graduação/Bacharelado em Física pela Universidade de Brasília (1980), mestrado em Física pela Universidade de São Paulo (1983) e doutorado em Física pela Universidade de São Paulo (1988). Estágio Pós-doutoral no Department of Physics, University of Alberta (1994-1996). Atualmente é pesquisador nível 2 do CNPq e professor Associado IV da Universidade de Brasília, Instituto de Física e Centro Internacional de Física da Matéria Condensada, e mantém atividades de pesquisa junto ao Grupo de Física Matemática e Estatística. Trabalha com teoria quântica de campos, Universidade de Brasília, Instituto de Física. IF - Universidade de Brasília Campus da Asa Norte 70910900 - Brasília, DF - Brasil.

Aldo Craievich

Físico formado em 1964 no Instituto Balseiro de Bariloche, Argentina, com pós-graduação no *Laboratoire de Physique des Solides* da *Université Paris-Sud*. Trabalhou desde 1965 a 1972 no *Instituto de Matemática, Astronomía y Física* da *Universidad Nacional de Córdoba*, Argentina e, desde 1973 a 1985, no Instituto de Física e Química de São Carlos da USP. De 1981 a 1986 atuou no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, como Pesquisador Titular e Coordenador do Comitê Executivo do Projeto Radiação Síncrotron do CNPq. De 1987 a 1997 foi Vice-Diretor e Chefe do Departamento Científico do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Campinas. De 1987 a 2009, atuou como Professor Titular (em tempo integral desde 1998) no Instituto de Física da USP (IFUSP), São Paulo, onde foi Chefe de Departamento e Presidente da Comissão de Pesquisa. Atualmente é Professor Sênior do IFUSP, Pesquisador 1A do CNPq e Co-Editor do *Journal of Synchrotron*

Radiation (IUCr, Chester, UK). Suas principais pesquisas durante a última década são estudos experimentais in situ de mecanismos de formação e transições de fase de diversos nanomateriais. Instituto de Física - Universidade de São Paulo. CP 66318, CEP 05314-970, São Paulo-SP, Brasil, e-mail: craievich@if.usp.br

Alfredo Marques

Físico e ex-diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (1970-1975). Trabalhou com os precursores da física brasileira entre eles Jayme Tiomno e Cesar Lattes. Hoje pesquisador aposentado, mantém relação com a instituição desde 1955, quando iniciou o curso de física. Rua Dr. Xavier Sigaud, 150 - Urca - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - CEP: 22290-180

Anna Maria Freire Endler

Professora Titular aposentada do CBPF, graduou-se Bacharel e Licenciada em Física em 1953/1954 pela antiga FNFi e foi contratada pelo CBPF em maio de 1954. Sempre trabalhou em Física de Altas Energias, primeiro na radiação cósmica e, depois, com feixes provenientes de aceleradores. Obteve os títulos de Diplom-Physiker em 1967 e Doktor der Naturwissenschaften em 1968 pela Universidade de Bonn, Alemanha, sob a orientação do Professor Wolfgang Paul (Prêmio Nobel de Física em 1989). No CBPF, participou de várias colaborações internacionais, primeiro com japoneses em radiação cósmica e depois com CERN e FERMILAB em física de altas energias em aceleradores. CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Rua Xavier Sigaud, 150. CEP: 22290-180. Urca, RJ

Antonio Gomes de Souza Filho

Concluiu o Doutorado em Física pela Universidade Federal do Ceará em 2001 com a realização de estágio sanduiche (em 2000) no MIT-EUA sob a orientação de Mildred S. Dresselhaus. Atualmente é

Prof. Associado I do Departamento de Física da UFC, coordenador do programa de pós-graduação e Bolsista de produtividade do CNPq, nível 1B. Já atuou como pesquisador visitante das Universidades de Tohoku (Japão), no MIT (EUA), na Universidade de Lyon-1 (França), e na UNICAMP. Presidiu a comissão de área Física da Matéria Condensada e de Materiais da Sociedade Brasileira de Física no período 2010-2014 e atualmente coordena o comitê executivo do programa latino americano de Física (PLAF)-SBF. É membro do comitê assessor de Física e Astronomia do CNPq e do conselho consultivo de nanotecnologia (CCNANO). Em 2009 recebeu o Prêmio Sômiya Award da International Union of Materials Research Societies e em 2011 foi eleito Membro Afiliado da Academia Brasileira de Ciências. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Física. Campus do Pici, Bloco 922, 60455900 - Fortaleza, CE - Brasil - Caixa-postal: 6030, <http://www.fisica.ufc.br/agsf>

Aurino Ribeiro Filho

Possui graduação em Bacharelado em Física (1970, Engenharia Civil (1971) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); Mestrado em Geofísica Nuclear pela UFBA (1974). Pós-Graduado na Grã-Bretanha, com o Diploma de Pós-Graduação (DIC) do Imperial College, em Mathematical Physics, pelo Departamento de Matemática do Imperial College of Science and Technology da Universidade de Londres (1980), e Doutorado/PhD em Theoretical Physics, pelo Departamento de Física da Universidade de ESSEX (UK) (1983). É Professor Titular do Departamento de Física do Estado Sólido, do Instituto de Física da UFBA, onde tem orientado Teses de doutorado e Dissertações de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC) e no Programa de Pós-Graduação em Física (PPGFIS). É autor de vários trabalhos em Física Teórica, Geofísica Nuclear, Física-Matemática, Física dos Aerossóis Atmosféricos e em Ensino, História e Filosofia das Ciências publicados no Brasil e no exterior. É autor do livro Glauber Rocha Revisitado (Ed. UESB); coautor de Origens e Evolução das Ideias da Física (EDUFBA); Fundamentos da

Física vol. 1 (Ed. Livraria da USP); Teoria Quântica: Estudos Históricos e Implicações Culturais (EDUEPB e Ed. Livraria da Física - Prêmio Jabuti de 2011); Introdução ao Cálculo das Funções Elípticas Jacobianas (EDUFBA); Para Ler Gaston Bachelard - Ciência e Arte (EDUFBA), 10 ANOS SEM Milton Santos (Ed. ALBA), dentre outros.

Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física, Departamento de Física do Estado Sólido. Rua Barão de Jeremoabo, s/n-Física, Campus Universitário de Ondina 40210340 - Salvador, BA - Brasil. <ribfilho@ufba.br> e <ribfilho@uol.com.br>

Betina Stefanello Lima

Possui graduação em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília (1999), especialização em Antropologia pela Universidade Católica de Brasília (2005), mestrado em História pela Universidade de Brasília (2008), doutorado, em curso, em Ciências Sociais na Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Atualmente é analista em ciência e tecnologia do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Trabalha principalmente nos seguintes temas: gênero e ciências, estudos feministas, participação das mulheres nas ciências, epistemologia feminista. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Coordenação de Iniciação Científica. SHIS QI 1 Conjunto B Bloco B Lago Sul CEP - 71605-001-Brasília, DF - Brasil

Carlos Alberto dos Santos

Professor aposentado do Instituto de Física da UFRGS, atualmente trabalha no Instituto Mercosul de Estudos Avançados da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) como Professor Visitante Sênior, com bolsa da CAPES. É editor-chefe da Revista IMEA-UNILA (<https://ojs.unila.edu.br/ojs/index.php/IMEA-UNILA>) e colunista da revista Ciência Hoje Online (<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/do-laboratorio-para-a-fabrica>). É autor de mais de uma centena de artigos (científicos, divulgação científica e história da

ciência) e de seis livros, entre os quais, Escalonamento multidimensional e análise de agrupamentos hierárquicos (Editora da UFRGS, 1991, em coautoria com Marco Antônio Moreira), O plágio de Einstein (WS Editor, 2003) e Tópicos de física moderna (UFSC, 2007).

Elisa Baggio Saitovitch

Possui graduação em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul(1966), doutorado em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas(1973) e pós-doutorado pela Technische Universität München(1975-1978). Atualmente é Pesquisadora nível 1A do CNPq e Pesquisadora Titular aposentada do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Ministério da Ciência e Tecnologia. rua Dr. Xavier Sigaud 150 Urca - Rio de Janeiro. Continua trabalhando como pesquisadora aposentada Emérita da FAPERJ e pesquisadora colaboradora aposentada do CBPF. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física da Matéria Condensada Experimental focalizando o estudo de materiais avançados: supercondutores, férmions pesados e sistemas nanoestruturados magnéticos com diversas técnicas experimentais disponíveis em laboratórios que implementou no CBPF e de suas inúmeras colaborações internacionais. Foi responsável pelo Laboratório de Criogenia do CBPF de 1982 até 2014. Orientou cerca de 40 pós-docs, 28 doutores e 19 mestres. Organizou cerca de 15 escolas e conferências internacionais. Mantem atuação destacada na questão de gênero em ciências, tendo organizado dois eventos internacionais Ciência Mulher em 2004 e II Conferencia de Mulheres na Física da IUPAP em 2005. Foi vice-presidente da SBF de 2001 a 2003 sendo atualmente coordenadora da comissão de relações de gênero (CRG) da SBF desde 2011. É Professora Honoraria da Univ. Nacional Mayor de San Marcos – Peru desde 1999 e recebeu o Coqblin Prize 2013 por promover o estudo de materiais e fenômenos com elétrons fortemente correlacionados na América Latina, especialmente no Brasil. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Ministério da Ciência e Tecnologia. rua Dr. Xavier Sigaud 150 Urca 22290-180 - Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

Felipe Barbedo Rizzato

Possui graduação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1983), mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1985), doutorado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1988) e posdoc pela Universidade de Maryland (1988-1990). Atualmente é bolsista de produtividade/1B/CNPq e Professor Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física de Feixes Carregados, Dinâmica Não-Linear e Caos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física. Av. Bento Gonçalves, 9500

Agronomia – 91501-970 - Porto Alegre, RS - Brasil - Caixa-postal: 15051 – URL da Homepage: www.if.ufrgs.br/~rizzato

Heloisa Maria Bertol Domingues

Historiadora das Ciências, Pesquisadora Titular do Museu de Astronomia (MCTI). Professora do Programa de Pós-Graduação em História, UNIRIO e do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, UFBA. Possui graduação em História pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1978), mestrado em História das Idéias pela Universidade Federal Fluminense (1990) e doutorado em História Social [das ciências] pela Universidade de São Paulo (1995). Trabalho de pesquisa sobre História das teorias e práticas das ciências naturais no Brasil. Associada à American History of Science Society, à British History of Science Society e à Sociedade Brasileira de História da Ciência. Museu de Astronomia e Ciências Afins, Ministério de Ciência e Tecnologia, Coordenação de História da Ciência. Rua General Bruce 586, São Cristóvão, 20921030 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Marcia C. Barbosa

Possui graduação, mestrado e doutorado pela Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é pesquisadora nível 1B do CNPq, professora titular da Universidade Federal

do Rio Grande do Sul e membro titular da Academia Brasileira de Ciências. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física da Matéria Condensada. Por seu trabalho em dinâmica da água ganhou o Prêmio Loreal e Unesco de Mulheres nas Ciências Física e por sua atuação em gênero ganhou a Nicholson Medal dada pela American Physical Society. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física. Av. Bento Gonçalves, 9500, Agronomia, 91501-970 - Porto Alegre, RS - Brasil - Caixa-postal: 15051, <http://www.if.ufrgs.br/~barbosa>, marcia.barbosa@ufrgs.br.

Marco A. Idiart

Possui doutorado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1992) e pós-doutoramento na Universidade de Brandeis, Estados Unidos, em Redes Neurais e Neurociência Computacional (1992-1995 e 2011). Atualmente é pesquisador nível 2 do CNPq e Professor Associado IV do Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física Estatística, atuando principalmente nos seguintes temas: Sistemas Complexos, Redes Neurais e Neurociência Computacional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Departamento de Física. Av Bento Gonçalves 9500, Agronomia, 91540-000 - Porto Alegre, RS - Brasil - Caixa-postal: 15051.

Marco Antonio Moreira

Pesquisador 1A do CNPq na Área de Educação, desde 1989; Docente Permanente do PPGEnFis do IF-UFRGS, desde 2002; Coordenador da Área de Ensino de Ciências e Matemática na CAPES, de 2000 a 2007; Editor das revistas *Investigações em Ensino de Ciências*, desde 1996, e *Aprendizagem Significativa em Revista*, desde 2011; Coordenador da Comissão de Pós-Graduação do Mestrado Profissional Nacional de Ensino de Física (MNPEF), desde 2013. Instituto de Física – UFRGS, Caixa Postal 15051 - Campus. 91501-970 - Porto Alegre, RS, Brasil, moreira@if.ufrgs.br

Maria Amélia M. Dantes

Profa. Senior do Departamento de História - FFLCH-USP.

Graduada em Física (USP), Doutora em História (USP).
Área de atuação: História da Ciência, com ênfase em História das Ciências no Brasil. End.: Departamento de História-FFLCH-USP, Av. Prof. Lineu Prestes 338 - Cidade Universitária CEP 05508-050 - São Paulo, SP – Brasil, e-mail: mamdantes@usp.br

Olival Freire Jr.

Licenciado e bacharel em Física pela UFBA, Mestre em Ensino de Física e Doutor em História Social pela Universidade de São Paulo, Professor Titular da Universidade Federal da Bahia e Pesquisador 1-C do CNPq na área de História da Ciência. Realizou estágios de pesquisa nas universidades Paris 7, Harvard, MIT e Maryland. Foi um dos criadores e primeiro coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (M/D, UFBA-UEFS). Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física, Departamento de Física Geral. Campus de Ondina, 40210340 - Salvador, BA – Brasil

Renata Zukanovich Funchal

Possui bacharelado em Física pela Universidade de São Paulo (1985), certificado de estudos avançados em matemática (Part-III of the Mathematical Tripos) pela Universidade de Cambridge (Inglaterra) (1987) e doutorado em Física pela Université de Paris XI/Collège de France (Paris, França) (1991). Atualmente é pesquisadora 1B do CNPq e professora titular do Departamento de Física Matemática do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Física de Altas Energias e Fenomenologia de Partículas. Universidade de São Paulo, Instituto de Física. Rua do Matão, Travessa R 187, Butantã, 05508-900 - Sao Paulo, SP - Brasil - Caixa-postal: 66318. <http://fma.if.usp.br:~/zukanov>

Saulo Carneiro de Souza Silva

Possui bacharelado e doutorado em Física, ambos pela Universidade de São Paulo. Realizou pós-doutorados na USP, no Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Madri, Espanha) e na Universidade de Londres (Reino Unido). Foi membro associado do International Centre for Theoretical Physics (Trieste, Itália) de 2005 a 2012. É professor titular da Universidade Federal da Bahia e pesquisador nível 2 do CNPq. Suas pesquisas concentram-se em Cosmologia, Relatividade e Gravitação e Teoria de Campos. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física, Departamento de Física Geral, Rua Barão de Geremoabo, s/n, Campus de Ondina, 40210340 - Salvador, BA - Brasil

Sergio G. Magalhães

Possui graduação em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1984), mestrado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1987), doutorado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1993) e pós-doutorado pela University of Oxford (1995). Pesquisador nível 1D do CNPq e professor Associado 3 da Universidade Federal Fluminense, tem experiência na área de Física, com ênfase em Física da Matéria Condensada. Atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas eletrônicos fortemente correlacionados, desordem e frustração em sistemas de spins. Universidade Federal Fluminense, Instituto de Física. Av. Gal. Milton Tavares de Souza s/n Gragoatá – 24210-346 - Niteroi, RJ - Brasil

Suani Tavares Rubim de Pinho

Possui graduação em Física (bacharelado) pela Universidade Federal da Bahia (1986), mestrado em Física pela Universidade Federal da Bahia (1991) e doutorado em Física pela Universidade de São Paulo (1998). Fez estágio pos-doutoral na University of Alberta (2002). Atualmente é pesquisador nível 2 do CNPq e professora associada da Universidade Federal da Bahia e assume o cargo de Chefia de Gabinete

da Reitoria. Tem experiência nas áreas de Física Teórica e Matemática Aplicada, com ênfase em Física Estatística, Sistemas Complexos, Física Biológica, Bio-Matemática e Matemática Discreta. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física, Departamento de Física Geral. Campus Universitário de Ondina Federação 40210-340 - Salvador, BA – Brasil

Walkiria C.F.Chassot

Bacharel em História pela FFLCH/USP. Especialização em Museu, Educação e Artes (MAC/USP). Trabalha com História de Instituições, Arquivo e Memória. É pesquisadora do Arquivo Histórico do Instituto de Física da USP. End.: Rua do Matão Travessa R Nr.187 - Cidade Universitária – CEP 05508-090 - São Paulo, SP - Brasil – email: wchassot@gmail.com