

Sérgio Mascarenhas: semeador de ideias e talentos

As raízes

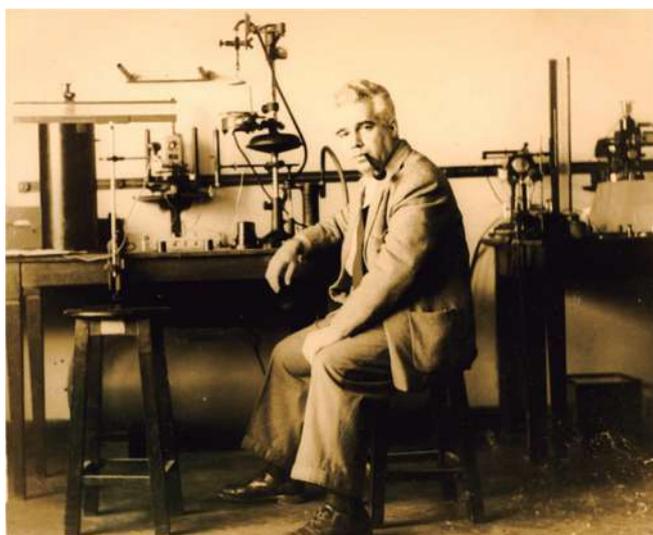
“Em se plantando tudo dá”. A histórica frase remonta a um fragmento da Carta de Pero Vaz de Caminha em que reporta as primeiras impressões sobre a nova terra avistada no ano de 1500. Mas a expressão arraigada em nossa memória e perpetuada ao longo do tempo bem poderia aludir à frutífera história do admirável físico brasileiro Sérgio Mascarenhas.

A sua natureza profícua parece brotar do próprio complemento de seu sobrenome inscrito no registro de seu nascimento. Seu nome completo: Sérgio Mascarenhas Oliveira. Assim como a árvore, que traz em suas raízes o símbolo de fertilidade, seu nascimento coincidiria com o período fecundo das grandes colheitas. E como o seu sobrenome, inaugurado no Brasil com a vinda da Corte Portuguesa ao Rio de Janeiro, Sérgio nasceria na então capital da República, em pleno outono de 1928. Sua família havia se mudado para o Rio de Janeiro partindo de Minas Gerais, onde seus avós paternos administravam um hotel. Ao chegarem à cidade carioca, eles se instalariam em uma pensão onde também vivia o compositor Ary Barroso, o que faria com que Sérgio despertasse ainda cedo para o gosto musical. Ali, passaria grande parte de sua infância. Após a separação de seus pais, ele ingressaria como aluno interno no Colégio Batista, situado na Tijuca. Ainda menino, seu lazer favorito era debruçar-se sobre as pedras de um riacho próximo à escola. Mais tarde, ao concluir o ginásio e iniciar o curso científico, Sérgio encontraria no colégio onde estudava amigos que mudariam para sempre a sua vida. E como se constituíssem sua nova família, aqueles jovens amantes dos estudos, de música clássica e poesia teriam influência decisiva em seu caminho.

Naquele tempo, Sérgio ainda não havia decidido sobre a carreira que escolheria seguir. Pensava em ser poeta ou talvez advogado. Mas seria na motivação de seu professor de Química do curso científico, Werner Krauledat, que encontraria beleza na ciência, o que acabaria por cativá-lo quando moço. À época em que ainda era estudante secundarista, a Física já havia despontado entre outras ciências, com os estudos seminais sobre a estrutura do átomo no início doséculo XX. Descobertas posteriores sobre a intensa liberação de energia atômica a partir da fissão nuclear não tardariam a encontrar aplicações na geração de uma nova fonte de energia e na produção de armamentos militares. Com isso, a Física adquiriria importância central no panorama internacional durante a Segunda Guerra Mundial. Mas se progressos obtidos nesse campo de conhecimento propiciaram o domínio de tecnologias bélicas a partir da Física Nuclear, outros avanços profundamente transformadores também viriam a surgir no pós-guerra, anunciando uma nova era de desenvolvimento econômico e social. E a Física se colocaria como força propulsora de inovações, que abririam caminho à produção de tecnologias nas mais diversas áreas passíveis de revolucionar a vida humana. Seria diante desse cenário de efervescência da ciência, e da Física em particular, que aquele menino que passara a infância entre riachos da Tijuca mais tarde encontraria inspiração para enveredar pela carreira científica. E a ela dedicaria toda a sua vida desde então.

O despertar de paixões

Em 1947, Sérgio ingressaria no curso de Química da Faculdade Nacional de Filosofia (FNF) da antiga Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde se formaria no ano de 1951. Mas seria pela Física que afinal se apaixonaria, concluindo sua graduação no período noturno pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) em 1952. Ali, na antiga capital federal e epicentro intelectual do país, ele se formaria entre os mais notáveis cientistas à época. Durante o seu bacharelado, teria contato com as mentes mais brilhantes que haviam inaugurado a pesquisa em Física no Brasil do século passado; cientistas de renome internacional, como César Lattes (que detectou pela primeira vez o méson pi), Joaquim da Costa Ribeiro (descobridor do Efeito Termodielétrico) e Bernhard Gross (engenheiro alemão pioneiro nesta área no Rio de Janeiro). A paixão de Sérgio pela Física, logo no início da graduação, se manifestaria nas mais diversas atividades didáticas e de pesquisa junto a muitos de seus proeminentes mestres. Mas ele seria especialmente inspirado pela forma de ensino e pesquisa experimental desenvolvida por Costa Ribeiro, que se tornaria a sua grande referência.



Costa Ribeiro em seu laboratório, em 1952. Fonte: Arquivos históricos em História da Ciência (Unicamp).

Costa Ribeiro havia se dedicado inicialmente a pesquisas sobre radioatividade. Mas, nos anos 1930, seria incentivado por Bernhard Gross a estudar propriedades elétricas de materiais isolantes, os dielétricos, que podem se converter em condutores de eletricidade quando submetidos a um campo elétrico de alta intensidade. Então, Costa Ribeiro passaria a se interessar pelas pesquisas de Gross, que incluíam investigações sobre o mecanismo de formação dos eletretos – materiais dielétricos sólidos permanentemente eletrizados. No início dos anos 1940, Costa Ribeiro conseguiria obter eletretos a partir da solidificação da cera de carnaúba. Em 1944, pesquisando diferentes materiais dielétricos, observou que correntes elétricas surgiam a partir de mudanças no estado físico desses materiais. Assim, descobriria que para um eletreto se formar, a partir da eletrificação de materiais isolantes, bastaria que ocorresse uma transição de fase em seu estado físico, desde que uma das fases fosse sólida. Estava então diante de um novo fenômeno físico, que ele denominou de Efeito Termodielétrico.

No mesmo ano, a descoberta seria descrita em seu artigo pioneiro, publicado nos Anais da Academia Brasileira de Ciências, que teria grande repercussão no país e no exterior. A admiração de Sérgio por Costa Ribeiro o levaria então a enveredar por esse caminho. Ele adotaria como foco de pesquisa o Efeito Termodielétrico que, em homenagem ao seu mestre, passaria a chamar de “Efeito Costa Ribeiro”. Ainda como aluno de Física, enquanto dividia seu tempo entre os estudos e as atividades docentes em um curso preparatório para vestibular, Sérgio conheceria Yvonne Primerano. E com ela viria a se casar em 1954. Assim como ele, Yvonne cursava Física e Química na UERJ e na FNF, respectivamente. Mas ela seria atraída por outro campo de pesquisa emergente, a Cristalografia – ciência que estuda a estrutura de materiais sólidos, como os cristais.



Sérgio e Yvonne Mascarenhas no IPEN, em São Paulo. Fonte: Universidade de São Paulo (USP).

Em 1952, depois de formado em Química e Física, Sérgio prosseguiria colaborando com as pesquisas de Costa Ribeiro, enquanto ministrava aulas de Física em escolas de ensino secundário no Rio de Janeiro. Nesse período do pós-guerra, a despeito do crescente destaque da ciência e tecnologia no cenário nacional, o Brasil ainda se ressentia da falta de investimentos em pesquisas, que eram basicamente subsidiadas por pontuais iniciativas privadas. Diante da necessidade premente em se criar um órgão de fomento à pesquisa no país, diversos cientistas importantes se mobilizariam para fundar, em 1952, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Entre seus fundadores, Costa Ribeiro se tornaria o primeiro diretor científico da recém-criada agência federal de fomento à pesquisa científica, tendo Bernhard Gross como diretor da área de Física. E Sérgio seria um dos primeiros jovens universitários a receber uma bolsa de estudos do CNPq para seguir com suas pesquisas.

Caminhos do interior

Porém, entre os círculos acadêmicos da cidade do Rio de Janeiro, onde Sérgio se formara, o principal foco de investigações recaía sobre a Física Teórica e campos mais tradicionais, como a Física Nuclear e de Altas Energias. Aquele era o terreno fértil dos raios cósmicos e das partículas elementares. Diante de áreas em que importantes físicos já emergiam no cenário nacional, Sérgio vislumbrava a perspectiva de se destacar em um campo ainda a ser explorado. Embora cientistas de porte como César Lattes tivessem exercido grande influência sobre ele, despertando seu real interesse por ciência quando jovem, Sérgio achava que o futuro da sociedade e do país estaria na Física do Estado Sólido. Pensava que o Brasil deveria caminhar em direção a essa área, que tem como escopo o estudo das propriedades físicas da matéria sólida, especialmente de cristais. Isto porque as propriedades elétricas, magnéticas, ópticas ou mecânicas dos materiais, que dependem fundamentalmente de suas estruturas cristalográficas, podem resultar em importantes aplicações tecnológicas.

Já naquela época, Sérgio acreditava que o futuro estaria na pesquisa de materiais sólidos semicondutores, como o silício, empregado na produção de transistores que controlam a intensidade da corrente elétrica em circuitos microeletrônicos e que levariam ao desenvolvimento de computadores. Ele vislumbrava nesta área emergente a perspectiva de gerar aplicações com impactos socioeconômicos indispensáveis à melhoria da qualidade de vida da população. Mas no Rio, onde a Física do Estado Sólido era vista como matéria de engenheiro, ele se sentia um ponto fora da curva. Então concluiria que ali dificilmente encontraria espaço para enveredar por outro campo. Pouco depois, Sérgio ainda aceitaria o convite para lecionar no curso de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio (PUC-RJ). Mas seria em São Carlos, cidade do interior de São Paulo, onde viria a trilhar sua carreira científica juntamente com Yvonne Primerano Mascarenhas.

Em 1955, na recém-criada Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), o diretor Theodureto de Arruda Souto buscava por novos professores de Física para integrar o corpo docente. Em seu empenho para compor o quadro de profissionais da Escola, o diretor havia logrado admitir pesquisadores e docentes com nível de excelência e renome internacional, muitos deles provenientes de países como França, Alemanha e Itália. Mas ele viria a se deparar com uma grande rotatividade de profissionais nos primeiros anos de formação da Escola. Além disso, com a ampliação da EESC nos anos seguintes à sua fundação, novas cadeiras seriam criadas. Paralelamente à dificuldade em encontrar docentes que preenchessem os rigorosos critérios estabelecidos pela EESC, seria preciso buscar também por professores especialistas em ciência aplicada. Então, em visita à cidade, o empresário Francisco Primerano que exercia suas atividades no Rio de Janeiro viria a tomar conhecimento do fato em conversa com Theodureto Souto, enquanto aguardavam na antessala do gabinete do reitor da USP para serem atendidos. Imediatamente, ele mencionaria os nomes de sua filha Yvonne e de seu genro Sérgio Mascarenhas, que conduziam suas pesquisas no Rio em colaboração com o professor Costa Ribeiro.

Recém-casados, eles estavam á espera do primeiro filho. Yvonne conciliava as aulas particulares de Química e Física com a gravidez e os cuidados com a família, que já começava a crescer. Sérgio buscava administrar seu tempo entre os cursos ministrados em escolas particulares e na PUC-RJ, juntamente com os estudos sobre o Efeito Termoeletrônico no laboratório de Costa Ribeiro, na FNF. A perspectiva de contratação na recém-criada Escola da USP em São Carlos então o motivaria. Distante do eixo central do Rio, ele vislumbrava ali a oportunidade de se dedicar em tempo integral à ciência aplicada e prosseguir com as pesquisas no campo da Física do Estado Sólido. No mesmo ano, Sérgio entraria em contato com o diretor da EESC. E, com uma carta de recomendação de seu mestre Costa Ribeiro, ele faria a sua primeira visita àquela pequenina cidade onde encontraria enfim o seu destino. A viagem entre a baía de Guanabara e os campos de cerrado do interior paulista era cansativa. Seria preciso embarcar em um trem noturno pela Estrada de Ferro Central do Brasil para chegar de manhã a São Paulo e, então, partir num extenso trajeto a bordo do trem da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Mas o belo cenário que se descortinava durante o percurso parecia ser o prenúncio de bons tempos vindouros no novo caminho que escolheria seguir. Sua contratação seria oficializada no ano seguinte, quando ele deixaria o Rio com a família ampliada pelo nascimento do primeiro filho e a segunda filha a caminho. Ao trocarem a efervescência da Cidade Maravilhosa pela pacata cidade do interior paulista, Sérgio e Yvonne encontrariam ali um ambiente propício para iniciarem suas carreiras. E teriam uma longa e promissora jornada pela frente.

Fazendo escola



Sérgio Mascarenhas na EESC, em 1956. Fonte: Universidade de São Paulo (EESC-USP).

Na EESC, Sérgio viria a coordenar a cadeira de Física Geral e Experimental. Porém, até a sua contratação, em 1956, não havia atividade de pesquisa estruturada na Escola. Devido à alta rotatividade de docentes, ele teria que partir praticamente do zero para formar uma equipe de pesquisadores. Seria preciso atrair e motivar novos docentes para se fixarem no interior, fazendo um trabalho de “nucleação” na EESC. Mas Sérgio contaria com o valoroso incentivo do diretor da Escola para contratar novos talentos, estabelecer parcerias e também equipar e aprimorar as instalações dos laboratórios onde seriam realizados os experimentos didáticos e os trabalhos de pesquisa científica.



Casa d'Itália, primeira sede da EESC: o casarão da Rua Nove de Julho (acima); os primeiros professores e alunos da EESC (abaixo). Fonte: Universidade de São Paulo (EESC-USP).

A primeira sede da EESC fora instalada na antiga Casa d'Itália. Sua fachada clássica com três arcos na entrada principal abrigava os primeiros laboratórios da Escola. Os laboratórios didáticos haviam sido montados em amplas salas existentes no andar térreo. Ali, Sérgio encontraria um excelente material da empresa alemã Phive que nunca havia sido utilizado anteriormente, mas logo seria montado pelos alunos para ser empregado nas aulas práticas da EESC. Em suas atividades de docência e práticas didáticas, Sérgio imprimiria seu gosto especial pela pedagogia da experimentação, trazendo consigo a experiência previamente adquirida na PUC-RJ onde havia produzido a primeira experimentoteca do país para o ensino de Física. As aulas práticas contavam com mais de trinta experimentos-modelo sobre princípios de termodinâmica, eletrônica, óptica e mecânica, relacionando aspectos da Física Teórica a aplicações tecnológicas e também aliando conhecimentos de outras disciplinas, como Química e Matemática.



Aulas práticas no laboratório didático de Física da EESC. Fonte: Universidade de São Paulo (EESC-USP)

O laboratório de pesquisa da Escola, por sua vez, fora inicialmente instalado no porão situado junto ao declive da Rua Nove de Julho, onde se erguia o casarão da EESC. No pequeno laboratório, Sérgio daria início a suas pesquisas experimentais com base nos estudos que já realizava no Rio de Janeiro sob a orientação de Costa Ribeiro. Seus experimentos tinham como tema central a investigação de fenômenos dielétricos a partir da mensuração das cargas elétricas envolvidas no “Efeito Costa Ribeiro”. Além da bagagem adquirida no Rio, Sérgio também traria consigo outro importante legado de seu mestre: um eletrômetro Wulf doado por Costa Ribeiro. Com o equipamento, ele conduziria medições que permitiriam detectar cargas elétricas diminutas produzidas por materiais dielétricos em mudanças de estado físico e também aprimorar as próprias técnicas utilizadas até então em estudos sobre o fenômeno. Na sala do subsolo, onde o equipamento havia sido instalado, a virtual ausência de vibração seria providencial para conferir estabilidade mecânica necessária à realização de seus experimentos.

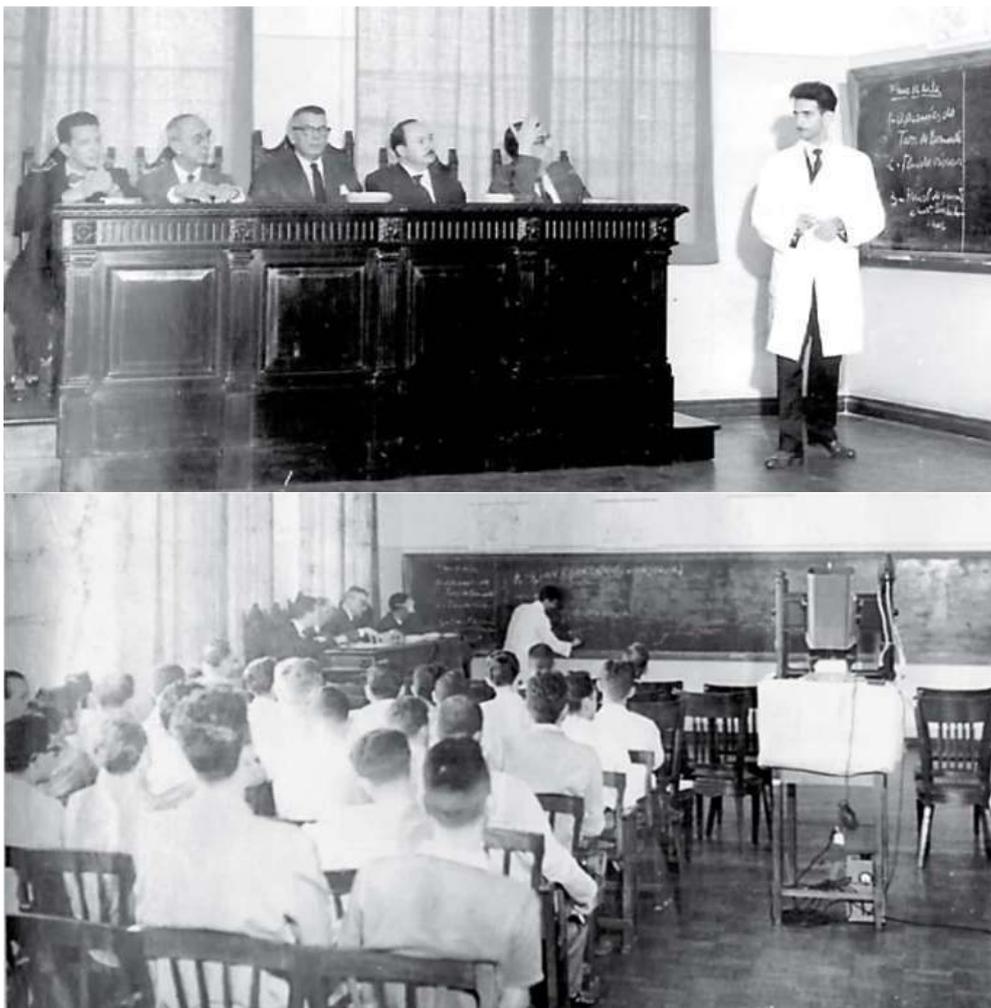
Entre outros aparelhos que depois seriam adquiridos e destinados aos experimentos de Física do Estado Sólido e Física Aplicada, o porão da Casa d'Itália também abrigava um equipamento gerador de raios X. Através do método da difração de raios X, era possível estudar as posições dos átomos e o arranjo espacial das moléculas que constituem os cristais, permitindo analisar sua estrutura molecular e relacioná-las às propriedades de diferentes materiais. Mas para a caracterização de materiais por meio das técnicas cristalográficas seria preciso dispor de uma fonte emissora de raios X com frequência e comprimento de onda apropriados. E o equipamento adquirido em 1953 por professores franceses, que deixariam a escola dois anos depois, era adaptado para aplicações médicas. Sérgio então proporia ao fabricante do aparelho nos Estados Unidos a sua troca por um modelo adequado, abrindo caminho a pesquisas pioneiras nessa área. E Yvonne teria papel fundamental nesse contexto, com seus estudos sobre Cristalografia. Ela havia sido atraída para essa área ainda na graduação ao tomar contato com pesquisas sobre a estrutura cristalográfica de moléculas pequenas. Este seria o foco inicial de seus estudos que, bem mais tarde, evoluiria para investigações sobre macromoléculas como, por exemplo, proteínas e polímeros sintéticos.

Transição de Fase

As pesquisas em torno do Efeito Termodielétrico viriam a resultar na tese de livre-docência de Sérgio, concluída em 1957. Então, com menos de 30 anos, ele obteria seu título de livre-docente a partir de estudos relacionados ao efeito de campos elétricos sobre a condutividade térmica. Sua teoria sobre a eletrotermocondutividade seria desenvolvida empregando modelos teóricos baseados em termodinâmica de processos irreversíveis, que haviam sido propostos pelo engenheiro químico norueguês Lars Onsager (Universidade de Yale), vencedor do Prêmio Nobel de Química em 1968. A descoberta de Sérgio sobre o novo fenômeno da eletrotermocondutividade seria apresentada posteriormente na Europa. Ao tomar conhecimento do estudo, Lars Onsager teria demonstrado grande interesse pela interpretação que Sérgio havia dado ao seu trabalho, relacionando o modelo teórico de Onsager aos dados experimentais que obtivera em São Carlos. Eles então se tornariam amigos e viriam a trabalhar juntos em estudos sobre efeitos elétricos observados durante transições de fase. Naquela

época em que a Física brasileira conquistava crescente visibilidade internacional, os primeiros resultados de pesquisa obtidos por Sérgio e pelo grupo de São Carlos também começariam a ganhar projeção no exterior a partir de publicações em revistas científicas de renome.

No ano seguinte, juntamente com a formatura da primeira turma de bacharéis da EESC, e já como livre-docente, Sérgio passaria pelo primeiro concurso de títulos e provas para preenchimento de cátedra realizado na Escola. O concurso atrairia à pacata cidade alguns dos maiores físicos do país para compor a Comissão Examinadora, formada pelos professores Francisco de Assis Magalhães Gomes, João Cristóvão Cardoso, Luiz Cintra do Prado, Abrahão de Moraes e Marcello Damy de Sousa Santos. A qualidade das contribuições que Sérgio havia conferido aos estudos sobre o fenômeno descoberto por Costa Ribeiro impressionaria a Comissão. Especialmente Marcello Damy, então um dos maiores nomes brasileiros da Física Nuclear, responsável por implantar o primeiro acelerador de partículas Betatron e o primeiro reator nuclear no Brasil. Assim, com sua tese intitulada "O novo método de gérmen monocristalino e a análise do Efeito Costa Ribeiro", Sérgio obteria aprovação unânime da Comissão Examinadora para preencher a cátedra de Física Geral e Experimental, em 1958. No mesmo ano, ele tomaria posse e criaria o Departamento de Física e Ciência de Materiais (DFCM) da EESC-USP.



Sérgio Mascarenhas e a Comissão Examinadora: aos 30 anos, aprovado no primeiro concurso de cátedra da EESC. Fonte: Universidade de São Paulo (EESC-USP).

Alçando voo

Os estudos sobre Física do Estado Sólido iniciados por Sérgio ainda na segunda metade da década de 1950 haviam rendido à EESC posição de destaque nacional. Diante dos notáveis avanços obtidos, ele planejava temporariamente deixar o Brasil para um período de intercâmbio científico junto a grupos de pesquisa mais avançados no exterior, visando aprimorar seus estudos em Física do Estado Sólido. Nessa época, Sérgio pensava em se dedicar a investigações em uma área nascente relacionada aos efeitos de radiação em sólidos. Já se sabia que a coloração em cristais poderia ser induzida por radiação ionizante. Ao irradiar um cristal com raios X, os átomos em seu interior são deslocados, gerando lacunas na estrutura cristalina e alterando a distribuição de seu campo elétrico local. Com a excitação de elétrons induzida pela radiação, fótons de luz são absorvidos e o cristal se torna colorido. A luz, ao ser retida em um defeito estrutural do cristal associado a impurezas ou induzido por radiação, produz centros de cor. Desse modo, o aprisionamento de luz em estruturas cristalinas permitiria a criação de memória para armazenar dados ópticos em cristais.

Esse campo de estudo já vinha se desenvolvendo em centros tecnológicos de referência e instituições de pesquisa norte-americanas. E Sérgio antevia nesses avanços da Física Aplicada um futuro promissor. Seria preciso então ampliar as fronteiras delimitadas pelas encostas daquela pequena cidade do interior para poder alçar voo e vir a alcançar assim competência em nível internacional. Com essa perspectiva, e com o apoio das bolsas de estudo concedidas pela Fundação Fullbright, Sérgio e Yvonne embarcariam rumo aos EUA com destino a Pittsburgh, na Pensilvânia. Ali, se juntariam a um grupo seleto de pesquisadores, alguns dos quais posteriormente viriam a ser laureados com o Prêmio Nobel. Em meio a esse ambiente profícuo, participando de pesquisas com o professor Roman Smoluchowski e com Barrie Royce, Sérgio aprofundaria seus estudos sobre centros de cor em cristais iônicos e suas potenciais aplicações voltadas à Física do Estado Sólido, que viriam a despontar nos anos seguintes. Entre 1959 e 1960, Sérgio e Yvonne permaneceriam no exterior.

Em 1960, ao regressarem ao Brasil, Sérgio retomaria as suas pesquisas e atividades docentes em São Carlos com ânimo renovado. Além do aprimoramento de técnicas que permitiriam avançar em seus estudos, ele obtivera êxito em canalizar recursos financeiros e humanos, através de sua experiência no exterior. Ainda em Washington, sede da Fundação Fullbright, ele havia logrado obter o aval da instituição à sua proposta de estender a concessão de bolsas isoladas a um programa mais amplo de intercâmbio entre instituições brasileiras e norte-americanas. O convênio firmado junto à Fundação Fullbright teria duração inicialmente prevista para um período de três anos. Paralelamente ao apoio da Fullbright, recursos obtidos junto ao CNPq e posteriormente à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), fundada em 1962, Sérgio criaria um programa de pós-graduação na USP de São Carlos, que viria a se tornar um centro de atração de jovens talentos de todo o país. A partir de então, teria início uma intensa prática de intercâmbio entre alunos e pesquisadores de São Carlos e da Universidade de Princeton, para onde Roman Smoluchowski e Barrie Royce haviam se transferido.

Em 1962, no âmbito do programa da Fundação Fullbright, Sérgio retornaria aos Estados Unidos, onde seria recebido como pesquisador visitante no Laboratório de Física do Estado Sólido da Universidade de Princeton. Ali, ele aprofundaria seus estudos sobre cristais iônicos com o professor Roman Smoluchowski, um dos maiores especialistas na área. Em Princeton, Sérgio também retomaria contato com Barrie Royce que, através do convênio da Fundação Fullbright, deixaria temporariamente suas pesquisas nos Estados Unidos para se juntar ao grupo de Física Experimental que emergia no interior do Brasil. Em São Carlos, Royce iniciaria intensa colaboração científica com Sérgio, tendo como foco o estudo de efeitos da radiação sobre a estrutura de materiais com técnicas aplicadas à análise de defeitos microscópios impressos sobre a superfície de cristais. A partir de sua visita a Princeton, o programa de intercâmbio científico também viria a resultar em uma prolífica colaboração internacional com as empresas norte-americanas de pesquisa industrial e desenvolvimento científico *AT&T Bell Laboratories* e *Radio Corporation of America (RCA)*.

No início da década de 1960, o convênio com a Fundação Fullbright já havia rendido seus primeiros frutos ao possibilitar a replicação no Brasil de técnicas então utilizadas por grupos norte-americanos para caracterização de materiais a partir da Cristalografia. Essas pesquisas envolviam especialmente estudos sobre defeitos microscópicos nas estruturas de cristais iônicos com centro de cor e seu potencial para o desenvolvimento do laser (da sigla em inglês, *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), i.e., amplificação da luz estimulada por emissão de radiação, além de outras aplicações ópticas. No processo de emissão de luz estimulada por radiação, os átomos do material irradiado absorvem a energia da radiação, que a seguir é liberada através de partículas de luz (fótons) sob a forma de raios laser. O desenvolvimento de tecnologia à base de laser posteriormente encontraria ampla aplicação no campo da Medicina.

Outro importante escopo de colaboração ocorreria junto aos laboratórios da RCA, empresa de eletrônica pioneira no setor de telecomunicações e radiodifusão, responsável pela introdução e desenvolvimento de televisores. A partir de então, a televisão passaria a representar um importante meio de comunicação, atraindo forte incentivo para o desenvolvimento de pesquisas e aplicações tecnológicas, que incluíam a Física do Estado Sólido e o estudo de materiais dielétricos. Ao longo daqueles anos, diversos pesquisadores da RCA manteriam intercâmbio com o grupo de Física de São Carlos. O primeiro deles seria Richard Williams, um dos pioneiros no desenvolvimento de telas LCD (*Liquid Crystal Display*) nos laboratórios da RCA. Williams representava um dos pesquisadores que mais haviam contribuído para os estudos sobre Física da Matéria Condensada, termo que substituiria a expressão “Física do Estado Sólido”, já que muitos conceitos e técnicas associados a materiais sólidos também se aplicariam a fluidos e outros estados da matéria. Em pouco tempo, a Física da Matéria Condensada passaria a representar mais de 60% de toda a Física mundial. Durante sua permanência em São Carlos, Williams ofereceria um dos mais qualificados cursos do país ministrados nesta área. Muitos outros pesquisadores norte-americanos ainda seguiriam rumo ao interior do Brasil. Entre eles, David Stabler, um dos principais especialistas em cristais líquidos, base de televisores LCD. Nessa área emergente da Ciência dos Materiais associada ao avanço de tecnologias que se desenvolveram a

partir da década de 1960, Stabler produziria os primeiros cristais líquidos com formação de imagens no Brasil em colaboração com o grupo de físicos de São Carlos.

Ainda outro campo que obtivera avanços notáveis ao longo da década 1960 havia sido o de telefonia, a partir da aplicação de filmes de eletretos na produção de dispositivos eletroacústicos e equipamentos de comunicação. As pesquisas realizadas por Gross, décadas antes, já haviam estabelecido os mecanismos básicos para a formação de eletretos. E Gross então se juntaria ao grupo de São Carlos e a pesquisadores dos laboratórios da Bell para desenvolver o microfone de eletretos, que seria usado em aparelhos de telefone convencionais e celulares. Com a sua produção em escala comercial a partir de 1968, a aplicação de eletretos à microfonia, que praticamente havia nascido em São Carlos, ganharia projeção em âmbito global.

Ao longo dos anos, o intercâmbio internacional patrocinado pela Fullbright passaria a envolver diversas universidades e centros de pesquisa norte-americanos. Além de Princeton, RCA e Bell, as diferentes iniciativas que se seguiram incluíam a vinda de pesquisadores como Harry Brown (Universidade da Califórnia), chefe de um dos mais férteis departamentos do mundo voltados a estudos sobre Matéria Condensada. Outros pesquisadores viriam de instituições como a Universidade de Illinois, de onde saíam vencedores do Prêmio Nobel por seus estudos sobre supercondutividade. Assim, o intercâmbio viabilizaria uma proximidade inédita junto às mais avançadas experiências na indústria de bens de consumo do mundo. Esse estreitamento de vínculos com pesquisadores norte-americanos conduziria a importantes resultados envolvendo ciência, tecnologia e inovação. E levaria a Fullbright a renovar o convênio com o Departamento de Física de São Carlos após os três anos originalmente previstos. Além das colaborações científicas com instituições norte-americanas, o prolongamento do programa de intercâmbio permitiria ainda a criação de órgãos voltados à integração de atividades de pesquisa com outras comunidades internacionais de diversos países como Itália, França, Alemanha, Japão, e México. Com isso, a experiência pioneira em torno da Física do Estado Sólido e da Cristalografia contribuiria decisivamente para que o grupo de São Carlos conquistasse seu espaço no cenário nacional e também para que suas pesquisas alcançassem padrão internacional.



Equipe de pesquisadores de São Carlos: destaque internacional nos anos 1960 e 1970. Yvonne e Sérgio Mascarenhas (à direita); Bernhard Gross (primeiro à esquerda). Fonte: Universidade de São Paulo (USP).

Entre 1966 e 1967, Sérgio retomaria sua agenda de viagens ao exterior. Então, ele partiria novamente rumo aos Estados Unidos como pesquisador visitante junto ao Laboratório de Física do Estado Sólido da Universidade de Princeton. Ao retornar, Sérgio estava convicto de que ali mesmo em São Carlos ele dispunha de tecnologia necessária para progredir em seus estudos com competência em nível internacional. Começaria então a publicar suas pesquisas nas melhores revistas especializadas, ampliando assim a sua projeção no exterior. Ele seguia com a motivação para desenvolver memórias ópticas a partir de seus estudos sobre centros de cor em cristais capazes de armazenar muito mais informação do que o silício, empregado em pesquisas nos laboratórios da Bell. Então, os norte-americanos decidiram financiar o seu projeto, oferecendo recursos para a produção de memória óptica no Brasil. Mas com o país sob o regime militar, Sérgio e outros professores de sua equipe viriam a ter os seus recursos cerceados. Assim, o projeto já aprovado junto ao CNPq seria barrado no Conselho de Segurança Nacional e jamais lograria obter financiamento. Isso terminaria por inviabilizar o desenvolvimento pioneiro de memória óptica com centro de cor no Brasil, o que seria levado a cabo, anos depois, pela RCA em Princeton.

Matéria em Construção

Mas, em outra frente, a participação decisiva de Sérgio em articulações acadêmicas propiciaria, em 1968, a criação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), a primeira instituição federal de ensino superior no estado de São Paulo. Desde o final da década de 1960, havia um movimento de expansão do ensino superior no país, então concentrado no eixo entre o Rio de Janeiro e São Paulo. Isso levaria o governo central a apoiar a formação de universidades federais em diversos estados. Porém, o estado de São Paulo, que constituía a principal fonte de recursos da União, era o único onde não havia esse tipo de instituição. Ernesto Pereira Lopes, médico e industrial que se projetara no cenário político do interior paulista, defendia a implantação de uma universidade federal no estado. A ideia era apoiada por um grupo de professores de Física e Química da USP de São Carlos integrado por Sérgio. Ele havia percebido ali uma oportunidade de renovar e ampliar o espectro de pesquisas científicas a áreas de conhecimento ainda pouco exploradas no Brasil, como a Física do Estado Sólido. Mas, diferentemente da proposta original de fundar uma instituição a partir da junção de várias escolas já instaladas na cidade, a ideia de Sérgio era criar uma universidade inteiramente nova, com identidade própria. Ele pretendia fundar uma instituição de alto nível em áreas então inexistentes no Brasil e na América Latina. Ao ter sua proposta aceita, Sérgio seria convidado então a assumir a posição de primeiro reitor da UFSCar.

Nessa época, Sérgio era professor do Departamento de Física e Ciência de Materiais (DFCM) da EESC-USP, onde sempre permaneceu. Na UFSCar, ele assumiria a função de reitor *pro tempore*. Ali, no Departamento de Física da UFSCar, Sérgio criaria o grupo de Física da Matéria Condensada. Nos anos que se seguiram, ele contribuiria para implantar diversos laboratórios experimentais e para dar início ao ensino em áreas então pouco conhecidas, como Computação, Ecologia e outros campos interdisciplinares, incluindo a Biofísica. Juntamente com outros físicos que integravam o Conselho de Curadores, Sérgio convidaria professores de diferentes áreas para

também criar um curso de graduação em Engenharia de Materiais, inédito no Brasil. Ele vinha amadurecendo essa ideia desde que regressara dos Estados Unidos onde havia tido contato, especialmente nos laboratórios da Universidade de Princeton, com um tipo de Engenharia voltado ao desenvolvimento de tecnologias aplicadas a novos materiais. A Engenharia de Materiais incorporava a noção de que o ensino e a pesquisa nessa área deveriam focar de forma integrada as características e comportamentos de materiais, e não as suas diversas classes (metais, cerâmicas, vidros, polímeros). Esse campo da ciência se apresentava como algo promissor, que emergia nos países mais avançados e em universidades da Europa e Estados Unidos. No Brasil, porém, esta área da Engenharia ainda era incipiente, limitando-se a pesquisas envolvendo a Física do Estado Sólido e a Ciência de Materiais. Mas Sérgio acreditava que para o Brasil se desenvolver tecnologicamente seria preciso agregar valor aos materiais. Assim, poderia criar produtos, processos e serviços, transformando os conhecimentos de ciência e tecnologia em geração de empregos e em riquezas para o país.

Porém, a proposta não seria bem recebida na EESC, também suscitando polêmicas e resistências especialmente entre grupos acadêmicos mais tradicionais de engenheiros da Escola Politécnica da USP em São Paulo e de outras universidades federais, como a do Rio de Janeiro. Assim, as articulações para reestruturação curricular e implantação da graduação em Engenharia de Materiais se deparariam com grande oposição no Brasil. Seria na UFSCar que Sérgio e a equipe em torno do projeto enfim encontrariam espaço propício à criação de um novo programa de formação científica voltado à geração de tecnologias capazes de impulsionar o desenvolvimento industrial no país. O curso Engenharia de Materiais, primeiro na América Latina, seria então introduzido na UFSCar e a Ciência de Materiais permaneceria na EESC-USP.

Mas se Sérgio havia encontrado oposição, por outro lado também obteria o valoroso apoio de colaboradores de renome internacional na elaboração do projeto do curso de Engenharia de Materiais na UFSCar. Entre eles, David Welch, da Universidade de Princeton, e Richard Williams, do Laboratório de Pesquisas da RCA Victor; além de pesquisadores de Berkeley e de centros de pesquisa na Inglaterra. Em 1972, seria criado então o Departamento de Engenharia de Materiais (DEMA-UFSCar). Inspirado em um modelo educacional cooperativo mantido por universidades norte-americanas, convênios seriam estabelecidos entre a UFSCar e grandes empresas, paralelamente a um programa de intercâmbio com países como Estados Unidos, Alemanha e Canadá. Esses feitos viriam a ser determinantes para o desenvolvimento e transferência de inovações tecnológicas ao setor produtivo e para a geração de empresas de base tecnológica, bem como à própria trajetória da ciência em São Carlos nas décadas seguintes. Assim, o antigo cenário da bucólica cidade do interior paulista daria então lugar a um polo tecnológico propulsor das atividades de pesquisa e desenvolvimento que, nos anos subsequentes, passariam a integrar-se à UFSCar.

Paralelamente aos movimentos que originaram a UFSCar, logo depois seria criado o Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC-USP), que Sérgio também contribuíra ativamente para formar. E ele seria nomeado diretor *pro tempore* também do IFQSC-USP. Embora o IFQSC tivesse sido oficialmente fundado em 1969, a sua efetiva

instalação ocorreria apenas em 1971, com desmembramento de departamentos que até então permaneciam vinculados à EESC. O IFQSC seria inicialmente composto pelo Departamento de Física e Ciência dos Materiais (DFCM) e pelo Departamento de Química e Física Molecular (DQFM). A partir do IFQSC nasceriam, anos depois, duas outras unidades da USP, o Instituto de Física de São Carlos (IFSC) e o Instituto de Química de São Carlos (IQSC), que seria desvinculado da área de Física apenas em 1994. No IFSC, além do Laboratório de Biofísica, seria implantado o Laboratório de Eletretos, hoje denominado “Grupo de Polímeros Professor Bernhard Gross”.

O mal e a cura

Nos anos que se seguiram, as pesquisas desenvolvidas por Sérgio envolveriam cada vez mais temas interdisciplinares na fronteira entre a Física Teórica e Experimental. Além de enveredar por áreas antes totalmente desconhecidas no país, como Engenharia de Materiais, Cristalografia e Biofísica, ele seguiria buscando em seus estudos ampliar a interface daquilo que se convencionava ser então domínio da Física. Com isso, o foco de sua linha de pesquisa ganharia uma nova dimensão voltada à área da Física Médica. No IFQSC, onde Sérgio havia assumido a posição de diretor, a ampliação e modernização de laboratórios de pesquisa, como o de Eletretos e de Cristalografia, seria acompanhada pela criação do Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear, sob a direção de Horácio Panepucci, onde se desenvolveriam estudos sobre diferentes técnicas e aplicações de imagens em diagnóstico médico. Também seria implantado o Laboratório de Óptica, atualmente chefiado por Salvador Bagnato, onde teriam destaque pesquisas envolvendo instrumentos ópticos e aplicações de laser na Medicina.

No âmbito de seus estudos em Física Médica, um dos primeiros produtos inovadores concebido por Sérgio foi o bisturi criogênico, instrumento constituído por uma sonda de baixa temperatura, projetado para cirurgias de próstata. Assim, ele introduziria no Brasil a cirurgia criogênica. Desenvolvido em parceria com pesquisadores da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), o dispositivo inicialmente seria destinado a cirurgias no Hospital do Câncer em São Paulo.

Sérgio também produziria estudos exitosos relacionados ao impacto de radiações sobre materiais biológicos. Ele descobriria que, ao irradiar ossos humanos com raios X, eles se tornavam levemente magnéticos, propriedade conhecida como paramagnetismo. Isso ocorreria porque, ao ser irradiada, a porção mineral do tecido ósseo formada por cristais absorve íons de dióxido de carbono (CO_2), que funcionam como marcadores da dose de radiação recebida, resultando em uma assinatura característica. Desse modo, ao ressonar em determinada posição do espectro eletromagnético, o material exposto à radiação produz um sinal dosimétrico com característica espectral específica. A técnica é conhecida como espectroscopia de ressonância paramagnética eletrônica.

A partir da descoberta do efeito paramagnético induzido por radiação em ossos, Sérgio também constataria que seria possível empregar o método de dosimetria de radiação em datações arqueológicas. Inicialmente, seu intuito era calcular a idade de ossadas

encontradas em sambaquis – sítios arqueológicos de formação calcária, produzidos por povos que habitavam a costa brasileira há milênios atrás –, com base na dose de radiação natural que o material teria absorvido ao longo do tempo em contato com elementos existentes na areia da praia, como tório. A partir da utilização de ressonância paramagnética eletrônica, Sérgio introduziria um novo método de datação arqueológica.

Avançando em seus estudos, Sérgio também lograria realizar a consolidação de fraturas ósseas a partir de campos elétricos. Em 1972, suas pesquisas sobre o efeito de radiações em materiais biológicos resultariam em um convite para lecionar Biofísica na Escola de Medicina da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos. Ali, através da técnica de ressonância paramagnética, ele passaria a investigar o novo efeito elétrico de radiações em tecidos ósseos de vítimas da bomba atômica lançada sobre Hiroshima no final da Segunda Guerra Mundial. Antes, porém, Sérgio rumaria ao Japão com o propósito de obter amostras de ossos das vítimas dos bombardeios, no centro de pesquisas criado pelos norte-americanos para estudar os efeitos da bomba atômica (*Atomic Bomb Research Center*). Então, na Universidade de Hiroshima, ele conduziria experimentos para mensurar a dose de radiação em fragmentos de uma mandíbula concedida pelo centro de pesquisas e, assim, comprovar sua descoberta. Sérgio conseguiria demonstrar que seria possível obter um sinal dosimétrico da amostra associado à quantidade de radiação recebida pela vítima no momento da explosão da bomba atômica. Seu estudo teria grande repercussão internacional. Posteriormente, avanços tecnológicos e instrumentos mais sensíveis permitiriam medir com grande precisão amostras de materiais com diversas composições e diferentes sensibilidades à radiação. A partir de uma combinação de técnicas de medição, seria possível constatar então que os valores das doses obtidas eram compatíveis com aqueles observados por meio de técnicas biológicas que tinham como parâmetro as alterações no DNA de sobreviventes. Essa constatação também se aplicaria a técnicas utilizadas em amostras não biológicas, como medições da luminescência de grãos de quartzo em fragmentos de telhas e tijolos encontrados no local das explosões.

Sérgio já antevia que seu método poderia ser empregado na identificação de pessoas expostas à radiação que demandariam tratamento, e também que a dosimetria de radiações permitiria estudar os efeitos de exposições sobre o DNA e sobre a saúde como um todo. Anos depois, com o conhecimento científico obtido em seus estudos sobre técnicas de dosimetria no IFQSC, Sérgio fundaria o Serviço de Assessoria e Proteção Radiológica (Sapra) em 1979. Essa seria a primeira iniciativa nacional de base tecnológica dedicada à proteção radiológica de profissionais da saúde e de pessoas expostas à radiação. A iniciativa viria a contar com a colaboração do pesquisador norte-americano John Robert Cameron, da Universidade de Wisconsin. Ao lado de Sérgio, também estariam seus filhos Sérgio Roberto, Helena, Paulo Roberto e Yvonne Maria, que assumiram a direção daquela que viria a se tornar a maior empresa de proteção radiológica do país. Em 1998, a Sapra se associaria à maior empresa de dosimetria norte-americana, a Landauer Inc. Na década seguinte, a Sapra Landauer introduziria a tecnologia de dosimetria por luminescência opticamente estimulada (OSL), considerada o mais avançado método para o monitoramento de indivíduos expostos à radiação com base em materiais fotoluminescentes e, até então, inédito no Brasil.

Alegria em Trieste

Na década seguinte, Sérgio se convenceria de que ainda seria preciso ir além. Ele acreditava que não bastaria apenas trabalhar com sistemas orgânicos, na área da Física Médica. Mas deveria também se dedicar à pesquisa no âmbito microscópico das moléculas biológicas, envolvendo o campo da Biofísica Molecular. Na época, Sérgio investigava possíveis moléculas associadas à origem da memória. A partir de seus estudos nessa área, ele introduziria a ideia de bioeletretos, uma extensão do conceito de eletretos a materiais biológicos também capazes de manter uma polarização elétrica por longo período de tempo. Então, além da Física Médica, ele viria a incorporar em sua pesquisa conceitos de materiais e aplicações de eletretos no campo da Biofísica Molecular. Com isso, Sérgio criaria em São Carlos um grupo de Biofísica Molecular, passando a desenvolver diversos estudos nessa área. Suas investigações incluíam sistemas biomoleculares fora do equilíbrio, linha de pesquisa conduzida juntamente com a equipe do professor Roberto Luzzi, do Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade de Campinas (UNICAMP).

Antes, porém, no início dos anos 1980, Sérgio seria convidado pelo professor Abdus Salam, físico paquistanês laureado com o Prêmio Nobel em 1979, para ir a Trieste, na Itália. Ali, ele iniciaria uma importante e duradoura colaboração com Abdus Salam, que se estenderia por mais de uma década. Por indicação de Salam, ele assumiria a coordenação do Comitê Permanente de Biofísica, Física Médica e Neurofísica do Centro Internacional de Física Teórica (*International Centre for Theoretical Physics - ICTP*) em 1982. A partir de então, Sérgio implantaria no ICTP, em Trieste, uma série de cursos em Física Médica e Biofísica direcionados a países em desenvolvimento. Assim, ao longo de doze anos de viagens à Trieste, ele viria a contribuir para o ensino e a disseminação de conhecimentos nessas novas áreas de fronteira da Física em muitos países da África, Ásia e América Latina. Além da criação de cursos e da organização de workshops como diretor das áreas de Biofísica e Física Médica no ICTP, a colaboração com Salam envolveria a participação de Sérgio na formação da Academia de Ciências do Terceiro Mundo (*Third World Academy of Science - TWAS*), em que ingressaria como membro em 1983. A experiência em Trieste o alçaria, em 1985, ao posto de presidente da Associação de Física Médica do Terceiro Mundo (*Third World Association of Medical Physics - TWAMP*). Em suas incursões à Itália, Sérgio também teria a chance de acompanhar o restauro da Capela Sistina e da pintura renascentista da Escola de Atenas, no Vaticano, em Roma. A partir de então, ele invariavelmente estamparia na abertura de apresentações de seus trabalhos a famosa pintura de Rafael, com Platão na Escola de Atenas apontando para o céu e Aristóteles para a terra, simbolizando o mundo das ideias e o terreno das realizações. Sérgio reportaria todo esse período de visitas à Itália como uma época verdadeiramente estupenda em sua vida.

Em solo fértil

Ao regressar ao Brasil, intercalando periódicas incursões à Itália, Sérgio seguiria avançando cada vez mais em seus estudos, rumo a áreas de fronteira da ciência para

além do domínio da Física. Assim, Sérgio ampliaria ainda mais o seu escopo de pesquisas e inovações, que se estenderiam então da Medicina à Agricultura. Ainda na década de 1980, transitando entre a pesquisa pura e aplicada, Sérgio pensava que deveria focar os seus estudos em outro setor estratégico para o Brasil, além da saúde: o agronegócio tropical. Considerando a vocação do país associada ao clima, ao sol, à água, ao solo e às suas riquezas naturais, ele vislumbrava nesse campo uma oportunidade única.

Sérgio trabalhava então nas áreas da Biofísica e da Física Médica, quando a tomografia começou a ser empregada na Medicina. A partir da geração de imagens de alta resolução, a tomografia permitia a realização de análises detalhadas do interior do corpo humano de forma não invasiva. A inovação passaria a ter aplicações diversas, especialmente em diagnósticos médicos. Então, ocorreria a Sérgio a ideia de aplicar a técnica em análises físicas de amostras do solo. Ele tinha em mente introduzir a tomografia em pesquisas voltadas ao setor agropecuário, envolvendo estudos sobre distribuição de água, ciclagem de nutrientes e crescimento de raízes no interior do solo. Essas análises possibilitariam, entre outros aspectos, aperfeiçoar diferentes técnicas de irrigação e fertilização do solo. A ideia inédita de Sérgio providencialmente encontraria apoio em um brilhante aluno também interessado em aplicar os seus conhecimentos nessa área: Sílvio Crestana. A partir do doutorado, ele então se juntaria a Sérgio para iniciarem estudos pioneiros nesse campo da ciência agrícola. Assim, em 1984, eles realizariam a primeira tomografia computadorizada de solo no mundo, inaugurando um novo ramo na Física no país.

No mesmo ano, Sérgio também viria a colaborar para a criação da Unidade de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (UAPDIA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em São Carlos. Na década seguinte, essa unidade regional da Embrapa se transformaria no Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento em Instrumentação Agropecuária (CNPDIA), ou Embrapa Instrumentação Agropecuária, criada em 1993. Ao longo dos anos, Sérgio viria a liderar um destacado grupo de jovens pesquisadores em estudos envolvendo análises da estrutura de solos a partir da tomografia computadorizada de ressonância magnética. Além de Sílvio Crestana, que depois se tornaria diretor-presidente da Embrapa (2005-2009), essa frente de pesquisa aplicada à área agrícola e apoiada por Sérgio teria entre seus principais expoentes Paulo Estevão Cruvinel, que ocuparia a posição de chefe-geral da Embrapa Instrumentação (1997-2001).

Sérgio tinha a convicção de que um professor apenas seria realmente bom se tivesse alunos melhores do que ele, capazes de superar seus mestres. Assim como o seu próprio professor do curso científico, essa postura viria a incentivar inúmeros jovens a se dedicarem à ciência, indo além de seus próprios limites. Sempre irradiando competências e talentos, Sérgio seguiria transformando o mundo ao seu redor. Revelava enorme prazer em ter alunos mais inteligentes por perto e também uma grande satisfação em saber que ele os havia descoberto. E foram muitos os talentos que passaram pelo seu caminho.



Sérgio Mascarenhas nos anos 60, com alunos na EESC-USP. Fonte: Valor Econômico.

Quebra-cabeça

Nem mesmo ao se aposentar, na década seguinte, Sérgio descansaria. Em 1990, aceitaria o convite de Adib Jatene, ex-ministro da Saúde, para orientar um grupo de físicos e engenheiros no Instituto Dante Pazzanese. Ali, ele criaria e dirigiria o Centro de Bioengenharia e a Fundação Adib Jatene. Porém, em 2005, aos 77 anos, Sérgio receberia o diagnóstico médico de hidrocefalia, um acúmulo anômalo de líquido no cérebro que pode comprometer as funções neurológicas. Então, ele se submeteria a um procedimento envolvendo a perfuração do crânio para implantação de um sensor interno e monitoramento da pressão intracraniana. Inconformado com tal protocolo médico em pleno século XXI, ele se poria a pesquisar um método menos arcaico e invasivo para diagnosticar a doença. E quebraria a cabeça até encontrar uma solução para o problema.

Ele teria então cinco ideias diferentes. Três delas já haviam sido patenteadas pela NASA, IBM e uma universidade americana. Mas ainda possuía duas ideias na cabeça. Pensou em um sensor já existente para medir a deformação de uma viga (*strain gage*). E conjecturou então que seria possível também medir a deformação ocasionada pela pressão intracraniana. Assim, munido de um sensor da Escola de Engenharia e três crânios obtidos na Universidade Federal de São Carlos, ele decidiu testar seu método. Mas, além de detectar deformações no osso, precisaria dispor de um instrumento que permitisse medir a virtual pressão intracraniana produzida por acúmulo de líquido. Pegou então seu aparelho de pressão arterial e desmontou: teria assim, literalmente, um sensor sob medida. Mas havia ainda um problema. O fato de o crânio ser repleto de cavidades dificultaria mensurar a pressão exercida sobre ele. E foi aí que teve outra ideia genial: usar um balãozinho de borracha dos seus netos. Adaptou dentro do crânio o balão e inflou para pressionar e deformar o osso, simulando a pressão intracraniana. Assim, poderia medi-la com o sensor de pressão arterial, acoplado ao crânio no mesmo local onde haviam feito um buraco em sua cabeça. Então, verificou que a pressão intracraniana poderia ser detectada externamente e mensurada de modo supersimples.

Isso o levaria a expandir ainda mais suas fronteiras. A partir de então, ele enveredaria pelo campo da Neurociência. Ao examinar a questão junto aos seus orientandos, Sérgio descobriria que, ao contrário do que se pensava, o crânio de adultos é expansível, o que permitiria medir externamente a pressão intracraniana. Ao decifrar mais esse quebra-cabeça, ele também viria a quebrar um paradigma. A doutrina de Monro-Kellie estabelecendo por mais de dois séculos que o crânio é inelástico precisava ser revista. Como ele próprio diria, não há nada rígido na Física, nem mesmo o núcleo atômico. Em 2005, publicaria os primeiros artigos sobre o tema. E ainda iria além. Ao tomar contato com a Neurociência, Sérgio constataria que a pressão intracraniana poderia provocar também alterações neuroquímicas. Essas mudanças no cérebro poderiam levar à destruição da bainha de mielina que envolve as células nervosas, afetando assim a transmissão de impulsos elétricos e as atividades neurológicas. Então, ele passaria a investigar esses distúrbios com base no fato de que a mielina, ao se decompor, produz substâncias que podem ser usadas como marcadores moleculares. Isso permitiria estudar sua possível relação com algumas doenças como Parkinson e Alzheimer.

Enfim, suas descobertas o levariam a inovar mais uma vez. Ele desenvolveria um equipamento minimamente invasivo para medir a pressão intracraniana, através de um sensor fixado externamente no couro cabeludo e acoplado a um monitor que permite registrar em tempo real os dados sobre deformações ósseas do crânio. Mais barato e com um amplo leque de aplicações, o método desenvolvido por ele junto à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP, com o apoio da FAPESP e da Organização Mundial de Saúde (OMS), revolucionaria o tratamento de hidrocefalia. O método passou a ser adotado por vários hospitais, como o Sírio-Libanês, em São Paulo, e Rede D'Or, no Rio. Seus estudos também dariam origem a uma empresa de tecnologia médica, a Brain4care, projetada com o intuito de monitorar diversos distúrbios neurológicos além da hidrocefalia, como traumatismo craniano e tumores cerebrais; bem como anomalias cardiovasculares, incluindo eclampsia (hipertensão em mulheres grávidas) e aneurismas; ou ainda patologias hepáticas e renais. Cientistas acreditam que a descoberta poderia vir a definir o sexto sinal vital da saúde, além daqueles atualmente diagnosticados pelos médicos: temperatura, pressão arterial, frequência cardíaca e respiratória e a dor.

Olhares de Janus

Mais recentemente, em 2018, Sérgio publicaria o livro "Novos Olhares de Janus". O título alude à mitológica divindade romana personificada por uma figura bifronte, com uma face voltada para o presente e outra para o futuro. Ao ser indagado sobre seu olhar para o presente, Sérgio se diria consternado ao constatar as dificuldades que cercavam a ciência no Brasil, questões tão antigas que remeteriam aos seus 500 anos de colonização e que só veria se agravarem desde então. Quanto ao futuro, tinha pressa, dizia que seu prazo de validade estava se esgotando. Eram muitos os seus projetos futuros. Com espírito humanista inabalável, pensava ainda em contribuir para a cura do câncer, investigar o mecanismo da dor em bases numéricas e desenvolver um aplicativo que pudesse auxiliar no tratamento de Alzheimer.

Nos últimos anos, voltaria o seu olhar para os fenômenos complexos por reconhecer entre eles um grande número de variáveis, um mundo repleto de incertezas em que se pode apenas estudar e calcular as probabilidades de fenômenos acontecerem. Ele havia tomado contato com essa área muito antes, em visita aos Estados Unidos. E achava que, com grande atraso, tinha o papel de chamar a atenção de países em desenvolvimento sobre a importância de estudos nessa área interdisciplinar, que permeia campos de conhecimento tão diversos, como Engenharia, Biologia e Neurociência. Com essa perspectiva, proporia a criação de cursos de Engenharia de Sistemas Complexos, ainda inexistentes no Brasil. Seu ponto de vista era o de que pesquisas sobre fenômenos complexos teriam importância central para a humanidade. E assim antevia o impacto da Engenharia de Sistemas Complexos em inovações que poderiam surgir.

Sempre mirando o presente e o futuro com suas múltiplas faces, seguiria inspirado e inspirando, transcendendo a interface dos mais diversos campos que trilhou. Incansável e instigante, como se tomasse emprestado a energia de radiações ionizantes, ele coloriria tudo aquilo que tocou. Visionário, inventivo, inovador não pretendia confinar a luz, como os cristais com seu centro de cor. Feito os efeitos fascinantes de caleidoscópicas imagens multicoloridas e mirabolantes, ele irradiaria seu multifacetado brilho por todo canto que passou.

Aos 93 anos, no outono de 2021, os sonhos e realizações de uma vida frutífera e longa seriam por fim interrompidos. Mas não o seu inestimável legado. Em solo fértil, entre campos e escarpas das encostas do planalto onde escolheu lançar suas raízes, ele disseminaria suas sementes. Ali, onde índios guaianases há milênios cultivavam seus pinhais de araucária, que nomeariam a antiga vila de São Carlos do Pinhal, elas vicejariam e multiplicariam seus infindáveis frutos.

Texto: Lígia Pereira ^{*}

^{*} **Nota da autora:** As informações contidas no texto foram gentilmente revisadas por Yvonne Primerano Mascarenhas. Esta homenagem a Sérgio Mascarenhas também se estende à Yvonne, em reconhecimento ao pioneirismo de suas pesquisas no campo da Cristalografia e às suas importantes contribuições, ao lado de Sérgio, à ciência no Brasil.

Sugestões de leitura

Belda, F.R.; Faria, R.M. A física em São Carlos: primeiras décadas. São Paulo: Editora Casa da Árvore. 2012.

EESC-USP. História da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2021.

Ferreira, E.R.O.; Santos, S.A.M. (Orgs.). Memórias do Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (CDCC-USP). São Paulo: Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo. 2016.

Ferri, M.G.; Motoyama, S. (Orgs.). História das ciências no Brasil. São Paulo: Edusp / EPU. 1979.

Mariuzzo, P. Sergio Mascarenhas: parte da história da ciência do Brasil. Ciência e Cultura vol. 70, nº3. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 2018.

Martins, R.A. Física e História. Ciência e Cultura vol. 57, nº3. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 2005.

Mascarenhas, S. Bioelectrets: electrets in biomaterials and biopolymers. Electrets: Topics in Applied Physics. Springer-Verlag, vol. 33, p. 341-346. 1979.

Mascarenhas, S. Engenharia de sistemas complexos. São Paulo: Revista Estudos Avançados, p. 249-255. 2017.

Mascarenhas, S. Novos olhares de Janus. São Paulo: Funpec Editora. 2018.

Oliveira Jr, O.N.; Sintra, R.J (Orgs.). A física a serviço da sociedade. São Carlos: Instituto de Física de São Carlos. 2014.

TV Brasil (Ed.). Entrevista especial com o cientista Sérgio Mascarenhas. Brazilianas. 2012.