UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
E HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E DA FÍSICA

MARCOS PAULO DA CUNHA MARTINHO

A TRAJETÓRIA CIENTÍFICA DO FÍSICO PADRE JESUÍTA FRANCISCO XAVIER ROSER (1933-1967): dos raios cósmicos ao Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro
2022

MARCOS PAULO DA CUNHA MARTINHO

A TRAJETÓRIA CIENTÍFICA DO FÍSICO PADRE JESUÍTA FRANCISCO XAVIER ROSER (1933-1967): dos raios cósmicos ao Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Tese submetida ao Programa de Ensino e História da Matemática e da Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro para a obtenção do título de Doutor em Ensino e História da Matemática e da Física.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto Passos Videira

Rio de Janeiro

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Martinho, Marcos Paulo da Cunha
M385t A Trajetória Científica do Padre Francisco Xavier Roser S.J (1933-1967): dos raios cósmicos ao Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica / Marcos Paulo da Cunha Martinho. -- Rio de Janeiro, 2022.
362 f.

Orientador: Antonio Augusto Passos Videira.
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, 2022.

1. Padre Roser. 2. raios cósmicos. 3. radioatividade natural. 4. física. 5. historiografia da física. I. Videira, Antonio Augusto Passos, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

MARCOS PAULO DA CUNHA MARTINHO

A TRAJETÓRIA CIENTÍFICA DO FÍSICO PADRE JESUÍTA FRANCISCO XAVIER ROSER (1933-1967): dos raios cósmicos ao Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Tese submetida ao Programa de Ensino e História da Matemática e da Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro para a obtenção do título de Doutor em Ensino e História da Matemática e da Física.

Aprovada em:

_____
Prof. Dr. Antonio Augusto Passos Videira
Universidade Estadual do Rio de Janeiro

_____
Prof. Dr. Ildeu de Castro Moreira
Universidade Federal Rio de Janeiro

_____
Profa. Dra. Alda Lúcia Heizer
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro
e Fundação Oswaldo Cruz

_____
Prof. Dr. Ivã Gurgel
Universidade de São Paulo

_____
Prof. Dr. Enio Frota da Silveira
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Dedico este trabalho à minha família: mãe, avó, filhos e esposa. Mas, em especial, aos meus filhos, João e Gabriel, tesouros de uma vida, que tiveram que conviver com minha “relativa ausência” por conta da elaboração, execução e conclusão deste trabalho. Espero que um dia, eles possam entender o valor pessoal deste humilde passo que dou agora, servindo-lhes de inspiração para seguirem seus desejos mais autênticos.

AGRADECIMENTOS

Sou muito grato às pessoas que me ajudaram a chegar ao final deste trabalho. Sem essas prestimosas contribuições dificilmente atingiria o final desta tese com os valorosos resultados aqui apresentados. “Gratidão é saber que todas as pessoas que cruzam nosso caminho são necessárias para nossa evolução” (autor desconhecido). Em primeiro lugar, queria agradecer às duas pessoas que batalharam muito para o que hoje me tornei, enchendo minha cabeça de sonhos, que felizmente pude sonhá-los. Obrigado, mãe Crevanil, docemente chamada de Cléia, e obrigado, avó Eurides, por tudo que vocês fizeram por mim, não chegaria até este momento se não fossem vocês. Ainda como agradecimento prioritário, eu agradeço muito à minha esposa, Fernanda Martinho, que teve que se desdobrar na atenção, na paciência e no amor com as crianças, Gabriel e João Martinho, para que eu pudesse realizar este trabalho. Aos meus filhos, que sempre buscaram, na medida do possível, compreender meus isolamentos, minha relativa impaciência e minha quase frequente falta de tempo para os momentos de lazer.

Um especial agradecimento ao meu querido orientador, ao qual me reservo, respeitosamente, o direito de lhe chamar aqui nessa seção de apenas Guto, já que seu estimado nome está em toda a tese (risos). Sua simplicidade, inteligência, conhecimento, generosidade, disponibilidade e dedicação a este trabalho foram imprescindíveis e de grande valia. Guto é um desses professores que conseguem que seus alunos extraiam o melhor potencial de si, de forma muito leve, abrangente e competente. Ele quem me apresentou o objeto de estudo desta tese e me forneceu o vasto material inicial para o início deste trabalho. Eu tenho aprendido muito com nossos encontros e desenvolvido também novas habilidades que, sem dúvida, se incorporaram à minha prática científica e acadêmica.

Aproveito o ensejo para agradecer a dois outros grandes mestres que me introduziram na prática da pesquisa e que muito do que apresento hoje também devo a eles. Então, um agradecimento, também especial, ao professor Vitorvani Soares e à professora Susana de Souza Barros (in memoriam), ambos da UFRJ.

Agradeço a toda a comunidade do PEMAT-UFRJ, coordenadores, professores e colegas, pelo rico ambiente intelectual que me proporcionaram e que me permitiram evoluir como pesquisador.

Ao professor Dr. Bruno Nobre, S.J., por ter realizado os primeiros levantamentos documentais sobre o Padre Roser junto à Cúria dos Jesuítas, ao Colégio Santo Inácio e à PUC-RJ, e por ter realizado algumas entrevistas com padres jesuítas que conheceram Roser.

Ao Almir Barbio, bibliotecário do IEN, por nos enviar relatórios escritos por Roser.

Ao Professor Dr. Ênio da Frota Silveira, do IF-PUC-RJ, pela presteza em nos ajudar a encontrar pessoas que conviveram com Roser, nos fornecendo informações valiosas sobre o funcionamento da PUC nos tempos em que era aluno e nos guiando por dentro do laboratório do Van de Graff em nossa busca por equipamentos antigos da época da fundação do Instituto.

Ao Clóvis Gregório, do Núcleo de Memória da PUC-RJ, e ao Assis Gonçalves, do MAST, pela receptividade e empenho na digitalização dos arquivos solicitados.

À Erika Negreiros, diretora do Espaço Carlos Chagas Filho, pelo acolhimento e disponibilização de documentos.

Ao Irmão Eudes, S.J. e ao Padre Roberto, S.J., pelo acesso irrestrito aos arquivos da Cúria do Jesuítas do Rio de Janeiro, à Sra. Lana, pelo acolhimento e presteza em nos separar e organizar os documentos para consulta.

À Catherine Uecker, chefe da seção de pesquisa e instrução da biblioteca da Universidade de Chicago que, de forma remota, buscou documentos sobre Padre Roser nos arquivos do físico Marcel Schein, a nosso pedido. Ao Peter Maria Suster, por nos enviar parte da tese escrita por Roser defendida junto à Universidade de Innsbruck.

Aos doutores Heráclio Tavares, Cássio Leite Vieira e Alda Heizer, por generosamente ceder documentos e artigos de relevância para esta tese.

Às pessoas que conheceram e trabalharam com Roser e gentilmente nos permitiram entrevistá-los, são eles: Joaquim Jerônimo, Antônio C. Olinto, Marcelo Barcisnki, Neyla Costa, Izar Valentim, Padre Pescatori, Padre Lima e César Henrique Lopes.

Aos amigos, Milton, Umberto e Alessandro, representando os demais, que igualmente por diversas vezes se mostraram interessados, que generosamente me emprestaram seus ouvidos para escutar sobre o trabalho ainda em construção, me ajudando muito a estruturar meus pensamentos e minhas ideias.

Finalmente, agradeço ao IFRJ por me conceder afastamento das minhas funções docentes para a conclusão deste doutoramento.

Quando me salvaste, tu me deste o pouco
futuro que me resta e te recompensarei,
devolvendo a ti o passado que perdeste.
Umberto Eco, 2000

RESUMO

MARTINHO, Marcos Paulo da Cunha. **A trajetória científica do físico Padre Jesuíta Francisco Xavier Roser (1933-1967)**: dos raios cósmicos ao Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Ensino e História da Matemática e da Física). Programa de Ensino e História da Matemática e da Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

A vida científica profissional do Padre Jesuíta Francisco Xavier Roser foi notabilizada pela atuação como cientista do campo da radioatividade, professor de disciplinas científicas, membro de delegação do comitê científico internacional nas Nações Unidas para investigar os efeitos das radiações ionizantes na saúde humana e gestor científico. Nesta tese, apresentamos sua trajetória científica desde a sua formação no campo da física (1933), na Áustria, até a sua morte (1967), quando ocupava o cargo de diretor do Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Abordamos as suas investigações nos campos dos raios cósmicos, detecção de partículas, indução nuclear e radioatividade natural e artificial. A metodologia usada neste estudo compreendeu a análise de documentos depositados tanto nos arquivos do padre na Cúria dos Jesuítas do Rio de Janeiro (cartas, iconografias e documentos internos) quanto no Núcleo de Memória da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (anuários, iconografias, reportagens e documentos), sua produção científica. Analisamos também as atas e relatórios de instituições como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, o Conselho Nacional de Energia Nuclear e o Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica. Por meio dessa documentação, mostramos alguns aspectos da prática científica vivida por um cientista brasileiro no período conhecido na literatura como o de estabilização da física profissional no Brasil, desde a parte técnica, passando pela rede de colaboração, até o processo de obtenção de recursos através da interlocução com órgãos de fomento nacionais e internacionais. Desse modo, o itinerário científico do Padre Roser nos revela: a dinâmica e o contexto político, científico e organizacional das instituições por que passou em sua trajetória; aspectos do fazer ciência dentro de uma instituição religiosa; os pormenores da montagem de linhas de pesquisas científicas; detalhes sobre a concessão de recursos aos programas de pesquisa e de bolsas para estudos ou trabalhos no exterior; a participação da delegação científica brasileira no Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica e as principais contribuições aos estudos acerca das radiações ionizantes e da contaminação radioativa ambiental; sua atuação nos laboratórios de cientistas laureados com o Nobel; e por fim, o contexto da criação do Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Padre Roser, Raios Cósmicos, Radioatividade Natural, Física, Historiografia da Física.

ABSTRACT

MARTINHO, Marcos Paulo da Cunha. **A trajetória científica do físico Padre Jesuíta Francisco Xavier Roser (1933-1967)**: dos raios cósmicos ao Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Ensino e História da Matemática e da Física). Programa de Ensino e História da Matemática e da Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

The professional scientific life of the Jesuit Priest Francisco Xavier Roser was notable for his work as a scientist in the field of radioactivity, professor of scientific disciplines, member of the delegation of the international scientific committee at the United Nations to investigate the effects of ionizing radiation on human health and scientific manager. In this thesis we present his scientific trajectory since his training in the field of physics (1933) in Austria until his death (1967), when he held the position of director of the Institute of Physics at Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro. We approach your investigations in the fields of cosmic rays, particle detection, nuclear induction, and natural and artificial radioactivity. The methodology used in this study comprised the analysis of documents deposited both in the priest's archives at the Jesuit Curia in Rio de Janeiro (letters, iconographies, and internal documents) and at the Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro Memory Centre (yearbooks, iconographies, reports, and documents), their scientific production. We also analysed the minutes and reports of institutions such as the National Council for Scientific and Technological Development, the Brazilian Centre for Research in Physics, the National Nuclear Energy Commission, and the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Through this documentation, we show some aspects of the scientific practice experienced by a Brazilian scientist in the period known in the literature as the stabilization of professional physics in Brazil, from the technical part, through the collaboration network to the process of obtaining resources through dialogue. with national and international funding agencies; In this way, Father Roser's scientific itinerary reveals to us: the dynamics and the political, scientific and organizational context of the institutions he passed through in his trajectory; aspects of scientific practice within a religious institution; the details of setting up scientific research lines; details on granting resources to research programs and grants for study or work abroad; the participation of the Brazilian scientific delegation at United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation and the main contributions to studies on ionizing radiation and radioactive environmental contamination; his work in the laboratories of Nobel laureates; finally, the context of the creation of the Institute of Physics at the Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

Keywords: Father Roser, Cosmic Rays, Natural Radioactivity, Physics, Historiography of Physics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	O professor de Física Pe. Francisco Xavier Roser	19
Figura 2	Padre Roser, professor do Colégio Santo Inácio	49
Figura 3	Gabinete de Física do Colégio Santo Inácio em 1931	51
Figura 4	Padre Bennwarth e Padre Roser	55
Figura 5	Victor Franz Hess	58
Figura 6	Instituto de Pesquisas Radioativas, Monte Hafelekar	63
Figura 7	Câmara tipo Steinke	63
Figura 8	Capa da tese defendida por Roser na Universidade de Innsbruck sob a orientação de Victor Hess	68
Figura 9	V. Hess em frente ao Laboratório Hafelekar um dia depois de receber a notificação do Prêmio Nobel (novembro de 1936)	72
Figura 10	Relação de pesquisas sobre raios cósmicos, realizadas em diversos locais com aplicação das mesmas técnicas utilizadas por Roser em 1937	77
Figura 11	Marcha anual do coeficiente de temperatura da radiação cósmica em 1937	78
Figura 12	Dados tabelados obtidos por Roser no Monte Hafelekar em 1937	78
Figura 13	Valores mensais dos coeficientes de correlação Rit e Rib na radiação cósmica em 1937 (Hafelekar, Tirol)	81
Figura 14	Marcha anual da correlação da intensidade da radiação cósmica com a temperatura (Rit) e com a pressão (Rib)	81
Figura 15	Participantes do Simpósio Internacional de Raios Cósmicos de 1941	84
Tabela 1	Medidas realizadas por Roser em 1937-1938	85
Tabela 2	Coeficientes para marcha anual por estações	86
Figura 16	A foto emblemática dos fundadores do CBPF, em Princeton, 1949, que marca a primeira reunião do CBPF	107
Figura 17	Pesquisa em raios cósmicos	130
Figura 18	O Arranjo experimental para mésons-μ não relativístico	135
Figura 19	Histograma de distribuição de pulso	136
Figura 20	O arranjo experimental para mésons-μ de energias relativísticas	140
Figura 21	Diagrama de circuito acoplado a contador telescópico	141
Figura 22	Pe. Roser em Oak Ridge, fazendo medições com um contador Geiger, em 1950	145
Figura 23	Seção do Anuário de Stanford (1952). Ementas dos cursos e professores	158
Figura 24	Ementa do curso de Laboratório de Física Moderna ministrado por R. Hofstadter	159
Figura 25	Felix Bloch (1952)	161

Figura 26 Robert Hofstadter nos anos 1960 192
Figura 27 Diagrama de dispositivo com célula cintiladora 211
Figura 28 Distribuição da altura do pulso ao usar o método de cobertura 212
Figura 29 Representação dos espectros de emissão de raios gama em soluções de substâncias orgânicas 214
Figura 30 Espectro de emissão sob irradiação com luz ultrarioleta 215
Figura 31 Espectros de transmissão de luz ultravioleta fotomultiplicador através de uma célula de lucite colocada entre um monacromador de quartzo e um RCA-C7l51 216
Figura 32 Pesquisas no Morro de Ferro (MG) 224
Figura 33 Padre Cullen, à direita, e Padre Roser, à esquerda, caminhando no Campus Gávea, 1958 238
Figura 34 Padres Cullen (em pé) e Roser (sentado) no Laboratório de Física da PUC-Rio, 1958 239
Figura 35 Diagrama explicativo sobre a produção de fallout por explosões nucleares 242
Figura 36 Participação da delegação brasileira da reunião da UNSCEAR de 1958 245
Figura 37 Pe. Roser na reunião da UNSCEAR de 1958 246
Figura 38 Pe. Roser participando de alguma seção da UNSCEAR com representantes de outros países na reunião de 1958 246
Figura 39 Reunião de Físicos no CNPq (1961) 253
Figura 40 Início da construção do prédio que abrigaria o Van de Graaff do IF-PUC, atrás do edifício da Cardeal Leme 254
Figura 41 Chegada dos tanques e de equipamentos do Van de Graaff no IF-PUC, 1967 255
Figura 42 Estações de Coleta de *Fallout* 258
Figura 43 Medidas mensais de fallout nas estações Rio de Janeiro e São Leopoldo para o ano de 1963 260
Figura 44 Verificação sobre a influência das brisas marítimas sobre as medidas de fallout 261
Figura 45 Teste de equivalência entre métodos de coleta para filtros NRL e Col (Estaplex Co.) realizados no Rio de Janeiro de 1960-63 262
Figura 46 Monitoramento da concentração de gases radônio e torônio na Estação do Rio de Janeiro entre os anos de 1958-1963) 265 .....
Figura 47 As medidas realizadas na Estação do Rio de Janeiro (1956-1963) 265
Figura 48 Padres Thomas L. Cullen e Roser em Guarapari 268
Figura 49 Realizando levantamentos Aerocintilométricos, em 1958 271
Figura 50 Mapa do centro da cidade de Guarapari (1960) 273
Figura 51 Câmera de ionização 274

Figura 52 Partes do cintilômetro 276
Figura 53 Pe. Roser na reunião da UNSCEAR de 1962 279
Figura 54 Merril Eisenbud 281
Figura 55 Laboratório de Dosimetria da PUC-RJ 287
Figura 56 Sacos de açúcar para serem usados como blindagem no Contador de Corpo Inteiro 287
Figura 57 Representação do contador de corpo inteiro 288
Figura 58 Vista fontal do Morro do Ferro 289
Figura 59 Esboço da região de estudo 290
Figura 60 Autoradioagrafia de uma samambaia coletada 291
Figura 61 Níveis radiométricos de duas regiões 293
Figura 62 Vista superior da região do Morro do Ferro 294
Figura 63 Mapa do estaqueamento no Morro do Ferro 297
Figura 64 Concentrações de Ra^{224} no solo e amostras de gramas extraídas no Morro do Ferro 299
Figura 65 Computador Burroughs 205 300
Figura 66 Cupinzeiro no Morro do Ferro 301
Figura 67 Rota do trabalho de campo realizado por Roser e Cullen em 1960 306
Figura 68 Operando equipamentos no Campus Gávea 307
Figura 69 Parâmetros de estudos da eletricidade atmosférica 309
Figura 70 Reunião de trabalho no IF-PUC 313
Figura 71 Sala de aulas práticas 318
Figura 72 Exemplo de financiamento privado 319
Figura 73 Padre Roser cumprimentando um formando da primeira turma do bacharelado em Física, em 1964 320
Figura 74 Pe. Francisco Xavier Roser S.J. 331

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Academia Brasileira de Ciências
APBCJ	Arquivos da Cúria dos Jesuítas
AEC-USA	Atomic Energy Commission of United State of America
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisas
DNPM	Departamento de Nacional de Produção Mineral
ETE	Escola Técnica do Exército
FNFi	Faculdade Nacional de Filosofia
HFB	História da Física no Brasil
IBF-UB	Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil
IF-PUC-RJ	Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
MAST	Museu de Astronomia e Ciências Afins
NM-PUC-RJ	Núcleo de Memória da PUC
ONR	Oficce of Naval Research
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
SJ	Societas Iesu
UDF	Universidade do Distrito Federal
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
UNY	Universidades de Nova York
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	18
1.1	JUSTIFICATIVA, PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS	18
1.2	APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA	21
1.3	MOTIVAÇÕES	22
1.4	A HISTORIOGRAFIA DA FÍSICA BRASILEIRA: UMA BREVE REVISÃO	24
1.5	SOBRE BIOGRAFIAS CIENTÍFICAS	28
1.6	O CORPUS DA PESQUISA	30
1.7	METODOLOGIA	32
2	**A FORMAÇÃO INTELECTUAL E OS PRIMEIROS PASSOS NA FÍSICA**	36
2.1	ANOS INICIAIS: ALGUMAS NOTAS BIOGRÁFICAS	36
2.2	A FORMAÇÃO CIENTÍFICA NA COMPANHIA DE JESUS	37
2.2.1	**A introdução de uma concepção científica nos colégios inacianos**	37
2.2.2	**O jesuíta e a formação científica no início do século XX**	38
2.2.3	**O Ratio Studiorum e o ensino de ciências**	40
2.2.4	**O ensino secundário nos colégios inacianos**	42
2.2.5	**Currículo filosófico**	43
2.2.6	**O magistério nas séries primárias: o início da missão apostólica dentro da Companhia de Jesus**	47
2.3	UNIVERSIDADE DE VIENA (1933-1935)	54
2.4	UNIVERSIDADE DE INNSBRUCK: O DOUTORAMENTO COM VICTOR HESS (1936-1938)	57
2.4.1	**Algumas notas sobre Victor Hess**	57
2.4.2	**Victor Hess e as pesquisas em raios cósmicos**	59
2.4.3	**As pesquisas na Universidade de Innsbruck (1926-1937)**	61
2.4.4	**Kosmische Ultrastrahlung: Roser e as pesquisas com Hess (1936-1938)** .	64
2.5	INVESTIGAÇÕES SOBRE A ULTRA RADIAÇÃO CÓSMICA DURANTE O HAFELEKAR EM 1937	67
2.5.1	**Os desdobramentos da pesquisa em raios cósmicos no Brasil**	75
2.5.1.1	Um breve histórico da pesquisa em radiação cósmica no Brasil (1934-1941)	75
2.5.1.2	Os Anaes da Academia Brasileira de Ciências, em 1941	76
2.5.1.3	Simpósio Internacional de Raios Cósmicos (1941)	83

2.6 PROFESSOR DE QUESTÕES CIENTÍFICAS NO FILOSOFADO DO COLÉGIO ANCHIETA (1939-1946) 89
2.7 A MISSÃO DE CONSTRUIR UM CENTRO DE ESTUDOS CIENTÍFICOS NA UNIVERSIDADE CATÓLICA 95
2.7.1 Os estudos sobre a eletricidade atmosférica no eclipse de Bocaiúva (1947) 100
2.8 A FUNDAÇÃO DO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS E A ORIGEM DA RELAÇÃO COM CÉSAR LATTES 103
3 A CIÊNCIA SOB A PERSPECTIVA TOMISTA: OS TEXTOS PRODUZIDOS POR ROSER À COMUNIDADE INTELECTUAL CATÓLICA 108
3.1 O ÁTOMO E A CRISE DA FÍSICA CLÁSSICA 109
3.2 ROSER E A QUERELA CIENTÍFICA DA VERDADE 109
3.3 OS MÉTODOS DA FÍSICA E SUAS LIMITAÇÕES 110
3.4 A FILOSOFIA PERIPATÉTICA 110
3.5 A AUTONOMIA EPISTEMOLÓGICA DA FÍSICA 111
3.6 FILOSOFIA PARA COMBATER O “SIMPLISMO” DA FÍSICA 112
3.7 CONTRADIÇÕES CIENTÍFICAS: UM ESPAÇO PARA A FILOSOFIA ... 114
3.8 A BIÓTICA 116
3.9 A REVELAÇÃO DAS VERDADES OCULTAS: UM IDEAL A SER BUSCADO 118
3.10 SOBRE A NECESSIDADE DA FILOSOFIA NATURAL NO SÉCULO XX 120
4 O PLÉRIPO PELAS INSTITUIÇÕES CIENTÍFICAS AMERICANAS (1950-1955): UNIVERSIDADES DE CHICAGO E STANFORD, LABORATÓRIO DE OAK RIDGE 124
4.1 CONTEXTO PRELIMINAR DO TRABALHO CIENTÍFICO NOS EUA ... 125
4.2 RAIOS CÓSMICOS, CINTILADORES E A FÍSICA BRASILEIRA: AS PESQUISAS DE PADRE ROSER NO INSTITUTO DE ESTUDOS NUCLEARES DE CHICAGO 126
4.2.1 Um breve contexto sobre o campo da detecção de partículas em meados do século XX 127
4.3 ROSER E OS CINTILADORES :O TRABALHO EXPERIMENTAL EM CHICAGO 129
4.3.1 O cintilador Roser-Bowen 132
4.3.1.1 Os cintiladores: a nova técnica para detecção de partículas 133
4.3.1.2 Arranjo experimental não relativístico 135
4.3.1.3 O arranjo para energias relativísticas 138

4.3.1.4 O artigo completo: The Response of Anthracene Scintillation Crystals to High Energy Mesons-μ 136
4.4 A RELAÇÃO DE ROSER COM O CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS 142
4.4.1 A passagem por Oak Ridge 145
4.5 UNIVERSIDADE DE STANFORD: AS PESQUISAS COM BLOCH E HOFSTADTER (1952-1955) 147
4.5.1 Os primeiros passos na Califórnia 148
4.5.2 O Departamento de Física de Stanford: os cientistas e suas pesquisas 154
4.6 FELIX BLOCH: A INDUÇÃO NUCLEAR 159
4.6.1 Notas biográficas de Félix Bloch 160
4.6.2 A indução nuclear 163
4.6.3 Os estudos sobre indução nuclear com Bloch 167
4.6.4 O projeto Bloch-Roser 174
4.6.4.1 A carta para Álvaro Alberto 176
4.6.4.2 O desfecho das pesquisas de indução nuclear 179
4.7 A EXECUÇÃO DO PROJETO SOBRE CINTILADORES ORIENTADO POR ROBERT HOFSTADTER 176
4.7.1 As finalidades do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico 182
4.7.2 Pe. Roser: bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico 186
4.8 DE VOLTA AOS CINTILADORES NOS LABORATÓRIOS DE STANFORD: O TRABALHO COM ROBERT HOFSTADTER 191
4.8.1 Notas biográficas de Robert Hofstadter 191
4.8.2 O retorno as pesquisas com cintiladores 193
4.8.3 O Projeto Roser-Hofstadter 196
4.8.4 O primeiro trabalho sob a supervisão de R. Hofstadter 197
4.8.5 Os relatórios encaminhados 201
4.8.5.1 Relatório 1 203
4.8.5.2 Relatório 2 204
4.8.5.3 Carta de agradecimento ao Alm. Álvaro Alberto 206
4.8.9 A publicação dos resultados das pesquisas com Hofstadter: Acta Physical Austriaca e Science 208
4.8.9.1 Acta Physical Austriaca 208
4.9 PROJETO PÓSTERO DE ROSER COM SCHEIN: A CÂMARA DE IONIZAÇÃO DA CARNEGIE INSTITUITION 217

4.10 AVALIAÇÃO PARCIAL DOS PRIMEIROS 5 ANOS DE ROSER NOS INSTITUTOS CIENTÍFICOS AMERICANOS: CHICAGO, OAK RIDGE E STANFORD 221

5 AS PESQUISAS EM RADIOTIVIDADE AMBIENTAL NO BRASIL (1956-1967) 224

5.1 O PONTO DE INFLEXÃO NA TRAJETÓRIA CIENTÍFICA DE PADRE ROSER (1955-1956) 220

5.2 O COMITÊ CIENTÍFICO PARA ESTUDOS DOS EFEITOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES SOBRE A VIDA HUMANA: CONTEXTO E AÇÕES 229

5.2.1 O convite para a delegação científica da Comissão das Nações Unidas 231

5.2.2 A participação na primeira reunião do comitê 233

5.2.3 Sobre o Padre Cullen 237

5.2.4 O primeiro relatório apresentado pela delegação brasileira na reunião de agosto de 1956 da Comissão das Nações Unidas 240

5.3 AS PESQUISAS SOBRE FALLOUT 241

5.3.1 O que são fallouts 241

5.3.2 As primeiras pesquisas em fallout no Brasil realizadas pela delegação brasileira 243

5.3.3 A reunião da Comissão das Nações Unidas de 1958 244

5.3.4 A captura da partícula ionizante de alta atividade 247

5.3.5 A criação do Instituto de Física da PUC-Rio e outras atividades realizadas por Roser no período (1956-1959) 250

5.3.6 Contaminação por radioatividade artificial no Brasil: estações de monitoramento (1960-1967) 256

5.3.7 O projeto Argus e os 400% de elevação nos índices de radioatividade no Brasil 263

5.4 ESTUDOS SOBRE RADIOATIVIDADE NATURAL NO BRASIL 264

5.4.1 Guarapari: as primeiras medidas radiométricas obtidas diretamente do solo 266

5.4.1.1 Sobre as monazitas 267

5.4.2 Projeto Guarapari: um programa sobre os efeitos biológicos-genéticos em populações humanas através de irradiação nuclear de baixas doses 271

5.4.3 O Projeto Radio-epidemiológico: estudos dosimétricos da população de Guarapari em colaboração interinstitucional internacional 280

5.5 MORRO DO FERRO: “UM AGRESTE RADIOTIVO” 289

5.5.1 As pesquisas rádio-ecológicas realizadas no Morro do Ferro 300

5.6 OUTRAS LOCALIDADES DE ZONAS RADIOATIVAS BRASILEIRAS. 299

5.6.1 Extensão do trabalho de campo em regiões monazíticas 304

5.6.2 **Trabalho de campo estendido em zonas vulcânicas intrusivas** 301
5.7 MEDIDAS DA ELETRICIDADE ATMOSFÉRICA PARA O ANO GEOFÍSICO 308
5.7 EQUIPE, COLABORADORES E PARCEIROS 309
6 **UMA BREVE APRESENTAÇÃO DE PE. ROSER COMO DIRETOR DO IF-PUC** 317
6.1 EPÍLOGO 323

7 **CONCLUSÃO** 324
REFERÊNCIAS 332
ANEXOS 347

1 INTRODUÇÃO

O propósito desta tese é tratar da história da física no Brasil (HFB), contribuindo para melhor compreensão da época conhecida na literatura como a de estabilização da pesquisa em física no país, oferecendo uma nova perspectiva através da vida científica do físico jesuíta, austro-brasileiro, Padre Francisco Xavier Roser S.J (1904-1967) (Figura 1). Esse homem interagiu e modificou meio social de seu tempo. Ele foi sacerdote, além de cientista, professor e diretor de uma instituição científica. Sua atuação proporcionou articulações entre o universo religioso e secular, acadêmico e político, pontes científicas nacionais e internacionais pelo bem da missão que recebera dos superiores jesuítas. Esta tese não tem a pretensão de esgotar o assunto, nem de chegar à verdade de uma vida, mas sim trazer alguns episódios que podem nos ajudar a depurar melhor o período que selecionamos para análise (1933-1967).

Utilizamos o gênero da biografia cientifica para resgatar esse importante personagem que atuou em meados do século XX. em prol do desenvolvimento científico nacional, atuando principalmente para que a igreja tivesse uma posição consolidada no mundo da pesquisa e no ensino superior. Nossa análise parte de sua prática científica e se estende para seu meio social, ligados à comunidade jesuíta como também à sociedade científica. Buscamos não desprezar as suas atividades extracientíficas, pois entendemos que estas nos ajudam a compreender melhor a personalidade do autor estudado e suas realizações (TATON, 1987).

1.1 JUSTIFICATIVA, PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

Apesar do primeiro texto sobre a história da física brasileira ter cerca de sessenta e cinco anos, somente a partir de meados da década de 1970 emergiram pessoas interessadas nessa temática, com uso de novas metodologias em história da ciência. A área está em construções cujas contribuições focam em destacados físicos e suas contribuições, como César Lattes e a descoberta do méson π, por exemplo. No entanto, para entendermos melhor o período de institucionalização e profissionalização da física brasileira, entre as décadas de 1930 e 1960, precisamos aprofundar nosso conhecimento sobre a época e seus atores. Nós devemos ampliar nossa perspectiva sobre o que era fazer ciências nesse período, buscando o conjunto de valores científicos, políticos e sociais que o grupo de físicos partilhava para a realização da prática científica.

Figura 1: Professor Francisco Xavier Roser, 1949, Colégio Santo Inácio

O enfoque para a análise de certo objeto histórico nos permite aclarar aquele período e os episódios históricos observados até o presente momento, oferecendo a partir desses exames novas perspectivas e compreensões de fatos conhecidos. A trajetória de Roser é um desses sujeitos que nos ajudam a compreender melhor o período em que atuou como cientista e que coincide com nossos objetivos de estudo.

Esperamos com esta pesquisa aprofundar os acontecimentos apresentados por Nobre e Videira (2018) e esclarecer através das fontes pesquisadas, apresentar novos fatos e argumentos relacionados a atividade científica desse físico e jesuíta, principalmente nas atividades ligadas aos seus projetos de pesquisa. Visamos compreender seus trabalhos no campo da física e seus impactos junto à comunidade científica, buscando entendimento de suas motivações para a realização dos projetos científicos.

No âmbito da história científica do Pe. Roser, pretendemos examinar e apresentar como resultados: as pesquisas iniciais em raios cósmicos e seus desdobramentos com a utilização das técnicas de cintilação, que no final dos anos 1940 era considerada tópico de fronteira científica; o trabalho em indução nuclear; o programa de contaminação radioativa ambiental que englobava radioatividade natural e artificial realizado após seu regresso ao Brasil.

Os resultados desta pesquisa são relevantes ao desenvolvimento da HFB, visto que fornecem material para novas investigações nesse campo aos interessados em compreender: o período de institucionalização e profissionalização da física brasileira; a trajetória do Padre Roser; as pesquisas sobre raios cósmicos no Brasil, cintiladores, contaminação radioativa ambiental; participações em comissões para estudos científicos encomendados por órgãos governamentais.

Com base no exposto até aqui, o aprofundamento das atividades científicas de Padre Roser amplia o conjunto de atores e temas abordados pela historiografia no âmbito da física, não só por seus resultados em pesquisas físicas de relevância e impacto no mundo acadêmico científico, mas também por sua contribuição ao desenvolvimento da própria física em nosso país como consequência da fundação do Instituto (hoje Departamento) de Física da PUC-Rio. Contudo, pouco se sabe sobre o trabalho realizado por Roser na física, sendo o propósito desta tese torná-la conhecida para a história da ciência.

Apoiados na documentação que dispomos, interessamo-nos em conhecer mais detalhadamente seu trabalho como cientista: seus interesses científicos, as técnicas, equipamentos, produção e sua rede de colaboradores. Portanto, formulamos o seguinte problema de pesquisa dividido em duas perguntas: Qual a ciência praticada pelo jesuíta Francisco Xavier Roser fundador do Instituto de Física da PUC, formação, interesses, técnicas,

metodologia, instrumentos, colaboradores e resultados? Qual a relação entre seu trabalho como físico e o período científico a que estava inserido, conhecido na historiografia como de estabilização da física profissional no Brasil?

Neste trabalho determinamos as práticas e os interesses científicos de Roser dentro do contexto de desenvolvimento científico experimentado pela ciência brasileira em meados do século XX; conhecer sua rede de colaboração científica (cientistas e instituições), identificar suas fontes de fomento, reconhecer e descrever suas técnicas, metodologias e instrumentos; analisar como seus projetos científicos estavam alinhados com os projetos da Companhia de Jesus para o ensino de ciências, em especial da física; entender suas ações dentro das circunstâncias política-científica-sociais de seu tempo; por fim, examinar, descrever e contextualizar as pesquisas com Victor Hess, Marcel Schein, Felix Bloch, Robert Hofstadter e Merril Eisenbud.

1.2 APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA

Roser inicia suas atividades científicas na Companhia de Jesus, simultaneamente às chegadas de Gleb Wataghin na USP e Bernhard Gross no Rio de Janeiro, no Instituto Nacional de Tecnologia, esses acontecimentos são conhecidos na literatura como o início da física profissional no Brasil (ANDRADE, 1999; COSTA RIBEIRO, 1955; VIEIRA; VIDEIRA, 2007). No período em Roser regressa a seu país natal, a Áustria, para começar sua formação na física em concomitância com a teologia, os físicos europeus recém chegados ao Brasil iniciam programas de investigação na física, Wataghin na USP e Gross no INT.

Ao regressar ao Brasil como doutor em física e astrofísica (PUC-RIO, 1964-1967), título que poucos tinham naquela época no Brasil, Padre Roser participou de dois acontecimentos importantes considerado pela historiografia (SILVA; FREIRE, 2014; ANDRADE, 1999; MOTOYAMA, 2004) no que tange à consolidação da pesquisa em física no Brasil: O Simpósio Internacional de Raios Cósmicos (1941) e a criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) (1949).

A criação da Universidade Católica em 1941, seguida pela Escola Politécnica em 1947, fez com que Roser, então professor das disciplinas de questões científicas, física e matemática superior do Colégio Anchieta, em Nova Friburgo, no filosofado, fosse incumbido pelo Padre Leonel Franca, Reitor da PUC, para a missão de criar um centro científico na universidade. A missão que ele recebeu coincide com o período do programa de desenvolvimento científico brasileiro que englobava o CBPF e o CNPq (inicialmente grafado como CNP) (1951).

A partir desse momento, Padre Roser segue para os EUA e, nessa ordem, passa pelas Universidade de Chicago, Stanford e Fordham, realizando pesquisas científicas com importantes pesquisadores americanos. A partir disso, ele estabelece relações institucionais com o CNPq e CNEN, assume o cargo de delegado científico brasileiro na ONU em questões relacionadas a contaminação radioativa e funda o Instituto de Física da PUC (1957), o qual torna-se diretor até sua morte, em 1967.

1.3 MOTIVAÇÕES

Eu fui apresentado ao Padre Roser por Antonio Augusto Passos Videira, orientador desta tese, no final de 2017, por ocasião de minha entrada no Programa de Doutorado em Ensino e História da Matemática e da Física do PEMAT-UFRJ; até aquele momento nunca tinha ouvido falar dele. Videira acabara de publicar um artigo na RBEF sobre o Pe. Roser (NOBRE; VIDEIRA, 2018), junto com Bruno Nobre, também padre jesuíta e físico português, que estava no Brasil para a realização de seu pós-doutoramento na UERJ com Videira.

Meu orientador já havia se deparado algumas vezes com o nome de Padre Roser em suas pesquisas sobre a história da ciência no Brasil, o que estimulava sua curiosidade sobre o cientista. A chegada do Padre Bruno lhe facultou uma busca preliminar por documentos na Província do Jesuítas no Rio de Janeiro que lhes permitiram a realização do primeiro trabalho de cunho historiográfico sobre Padre Roser. Por conseguinte, os dois puderam organizar a primeira parte da coleção documental que me debrucei para a realização da tese que agora apresento.

Meu interesse pela história da física brasileira pode ser organizado em três momentos: o primeiro ainda na minha graduação, quando estive diante de José Leite Lopes num curso de verão promovido pelo Instituto de Física da UFF, ao final dos anos 1990. Na ocasião, ele apresentou uma palestra sobre a história da física nuclear no Brasil. Lembro-me que fiquei magnetizado, mesmo sem o conhecer muito bem; vê-lo contar uma história na qual ele mesmo fora protagonista, tornava a palestra ainda mais atraente. Foi também a primeira vez que nomes como César Lattes e Jayme Tiomno, entre outros, surgiram na minha vida. Anos mais tarde, a Revista Superinteressante publicou uma matéria sobre César Lattes, prêmio Nobel e a descoberta do méson-π (2005), na época eu já havia me tornado professor, e aquela matéria me mostrou a importância da física brasileira e de seus feitos extraordinários num passado quase recente. O conteúdo da reportagem me deixou tão entusiasmado quanto perplexo pela constatação de que não conhecia a própria história da minha área de atuação em meu país. Ali,

talvez eu tenha pensado em como seria interessante conhecer mais sobre essa história da física brasileira; em 2011, eu estava matriculado no Mestrado em Ensino de Física do Instituto de Física da UFRJ, onde terminei a Licenciatura em Física uma década antes. Em uma das aulas da disciplina História da Física, ministradas pelo saudoso professor Fernando de Souza Barros, eu assisti o professor comentar que ocupava a sala que utilizada por Lattes em 1968. Naquela circunstância, o professor, para confirmar sua fala, levou um cartão postal com a foto de uma araucária e nos comentou que Lattes havia colocado na porta do seu gabinete em sua passagem pela UFRJ. O professor Fernando guardava o cartão como um verdadeiro troféu. Lembro-me de nos contar essa história com bastante alegria e prazer. Ele dedicava seus últimos anos a escrever sobre a história da física, das técnicas e equipamentos. Assim, dois anos depois, ele publicou um artigo sobre essa história que tive a felicidade de ouvir do próprio autor (BARROS, 2013).

Após o término do mestrado, em que realizei um projeto na área de ensino, mas que envolvia uma pesquisa histórica abrangente e que me obrigava a trabalhar com fontes primárias, porque precisava reconstruir um experimento histórico de óptica geométrica, então decidi que queria pesquisar no campo da história da ciência. Uma possibilidade que aventei seria pesquisar sobre a física brasileira. No entanto, não sabia como chegar as pessoas que tinham esses interesses. Dessa forma, meu encontro com Antonio Augusto Passos Videira e, por conseguinte, o Padre Roser foi um verdadeiro achado para mim.

A realização da pesquisa desta tese me permitiu conhecer melhor a história da nossa sociedade científica, o contexto científico, social e político do período em que a física se estabelece como profissão em nosso país também seus desdobramentos. Atualmente, eu compreendo melhor as origens do instituto que me formou como professor de física e agora como pesquisador, o IF-UFRJ. De acordo com Burke[1] (1729-1797), um povo que não conhece a sua história está condenado a repeti-la. O processo de conhecimento sobre a história da ciência nacional deveria ser adotado como disciplina nos cursos de formação científica para que as gerações futuras tenham a dimensão dos acontecimentos que levaram a ciência nacional ao estágio atual. Nesse caso, voltamos nossa atenção para a física e a necessidade de nos direcionarmos para nosso passado, conhecê-lo e compreendê-lo para projetarmos o futuro.

1.4 A HISTORIOGRAFIA DA FÍSICA BRASILEIRA: UMA BREVE REVISÃO

[1] Advogado, dedicou-se primeiramente a escritos filosóficos, entre os quais destaca-se o tratado de estética A Philosophical Inquiry into the Origin of Our Ideas of the sublime and Beautiful. Fonte: https://citacoes.in/autores/edmund-burke/

No campo da história da física no Brasil (HFB), os anos que tomaremos em nossa pesquisa (1933-1967) coincidem com o período conhecido na literatura como institucionalização e profissionalização da física em nosso país. Gleb Wataghin[2] e Bernhard Gross[3] são considerados os precursores das pesquisas em física no Brasil, o primeiro na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da USP e o segundo no Instituto Nacional de Tecnologia (INT). Até a fundação do CBPF, em 1949, as pesquisas em física estavam dirigidas principalmente para os raios cósmicos praticados pelos dois grupos, considerado como campo de fronteira na física da época; teoria quântica de campos, então conhecida como eletrodinâmica quântica, desempenhado pelo grupo paulista; e física de dielétricos, realizado pelo grupo do Rio de Janeiro. A partir da primeira fissão nuclear, realizada por Enrico Fermi, em 1934, os estudos sobre a física nuclear foram entendidos pelo grupo paulistano liderado por Wataghin como a nova fronteira de pesquisa na área, assim esse grupo decide dedicar-se a esse estudo, abrindo uma nova linha de investigação FFCL-USP (BASSALO, 1993; VIDEIRA; BUSTAMANTE, 1993; SILVA, 2020).

Para o estudo da física no período de nossa pesquisa, consideramos sete trabalhos sobre a HFB, em âmbito geral, sobre o início da física profissional, a saber, os trabalhos de Lopes (1954), Costa Ribeiro (1955), Goldemberg (1973), Motoyama (1979), Bassalo (1990, 1993) e Andrade (1999). Esses trabalhos descrevem cronologicamente como os eventos da física brasileira emergiram e se estabeleceram no contexto científico nacional.

Em linhas gerais, esses trabalhos nos informam acerca das pesquisas que foram realizadas, seus atores, os locais e, em certa medida, as condições da realização dessas investigações. Vemos que os estudos sobre os raios cósmicos introduziram as pesquisas em física no Brasil. Anos mais tarde, seria a vez da física nuclear, impulsionada pela cobiça das nações pelo domínio da energia nuclear. Assim, vários setores da sociedade se interessaram pela matéria, cada um à sua maneira: os cientistas pelo progresso da ciência brasileira; os militares por questões de segurança nacional; os políticos e membros da sociedade comercial e industrial pela saída do atraso econômico. Sobretudo, os físicos nacionais viram a oportunidade de desenvolver e organizar a sua própria área, que era muito incipiente naquele momento. No cenário mundial, anos 1940-50, a física entrava na era das grandes máquinas e gozava de certo

[2] (1899-1986) foi um físico experimental russo-italiano e um grande líder científico que deu um grande impulso ao ensino e à pesquisa na USP.

[3] (1905-2002) formou-se em Física na Universidade de Stuttgart, Alemanha, onde trabalhou sobre a teoria da absorção dos raios cósmicos, estabelecendo a “transformação de Gross”. Em 1933 transferiu-se para o Brasil, naturalizando-se brasileiro em 1935. foi nomeado para o Instituto Nacional de Tecnologia no Rio de Janeiro, onde chegou a Diretor da Divisão de Eletricidade.

prestígio, pois estava associada ao progresso e ao desenvolvimento dos países avançados, ditos de primeiro mundo.

Na esteira desses acontecimentos, o CBPF e o CNPq surgem com a missão de organizar e desenvolver a área de energia nuclear em nosso país. O jovem Cesar Lattes, descobridor do méson π, tem papel importante nesse processo de estabilização da física profissional. Ele será o principal nome para o desenvolvimento da física brasileira. Lattes foi chamado para organizar a área, na qual deu ênfase aos estudos dos raios cósmicos e da física nuclear. O laboratório de Chacaltaya, na Bolívia, foi estruturado em convênio entre o CBPF e Universidade de San Andres, abrigando um programa para estudos da radiação cósmica, com intuito de determinar a vida média do méson-π. As pesquisas realizadas no laboratório utilizavam vários tipos de instrumentos de detecção, um deles uma câmera de ionização cedida pela Universidade de Chicago, por intermédio de Marcel Schein (MARQUES, 2005; DOBRGKEIT, 2010; TAVARES, 2017).

As referências sobre a HFB nomeiam os principais físicos do período indicando suas contribuições dentro do processo de profissionalização, tais como: C. Lattes, Jayme Tiomno, Hervásio de Carvalho, Marcelo Damy dos Santos e José Leite Lopes, entre outros. Outras cientistas relatadas pelos textos são Elisa Frota Pessoa e Neusa Margem, que são responsáveis pela seção de técnicas de nucleares em radioatividade. O trabalho realizado pela dupla sobre o assunto é considerado como o primeiro trabalho do CBPF (LOPES, 1954; CARNEIRO; FREIRE JR, 2021).

A criação do CNPq potencializou um aumento da produção científica na área da física, pelo crescente número de trabalhos originais publicados nos periódicos nacionais e estrangeiros (COSTA RIBEIRO, 1955; MARQUES; GOMES, 1974). Para Motoyama (1979), a implantação do conselho de pesquisas foi de suma importância às pesquisas em física, no qual o próprio CBPF passou a ser inteiramente dependente de suas subvenções financeiras.

A finalidade do órgão seria estimular pesquisas em qualquer domínio do conhecimento e controlar todas as atividades no campo da energia nuclear (ANDRADE, 1999). Esse estímulo perpassava por investimentos na área de energia nuclear, estruturação e infraestrutura do parque científico e tecnológico nacional e na formação de recursos humanos com oferta de estágio internacional. De acordo com Andrade, havia certa subjetividade na concessão de bolsas pelo CNPq, que foi marcada por conflitos entre áreas do conhecimento[4]. Após 4 anos de existência,

[4] Biologia, física, química, matemática e tecnológicas.

o CNPq criou uma política de bolsas (iniciação, aperfeiçoamento, especialização), acabando com as constantes alterações na forma de concessão.

Para análises a partir de 1955, os trabalhos de Leite Lopes (1954), de Costa Ribeiro (1955) e Bassalo (1990) não nos servem, porque focam apenas no desenvolvimento da física até meados dos 1950. Os demais trabalhos Goldemberg (1973), Motoyama (1979) e Andrade (1999) focam suas abordagens no desenvolvimento da física de grandes máquinas, nos cursos de pós-graduação, em meados dos anos 1960, e na proliferação de grupos de pesquisadores em física, da segunda geração, pelos estados brasileiros.

Embora a pesquisa, nas décadas seguintes (1960-1970), tivesse sido incorporada aos institutos e departamentos universitários, criou-se um ambiente desvinculado das questões práticas do dia a dia, como expressado por Goldemberg (1973), "a pesquisa foi de certo modo, tolerada e incorporada pela comunidade universitária se tornando uma torre de marfim". Ele também levanta um aspecto importante sobre os indivíduos que buscavam a formação em física. Mesmo com todo estímulo à área, poucos estudantes se interessavam pela profissão, visto que a ocupação final da maioria seria o magistério, profissão de pouco valor social, também naquela época. Todavia, as políticas de industrialização aumentaram as demandas pelos cursos de engenharia, desse modo, os cargos de professores de física em nível universitário estimularam a formação de novos núcleos de físicos.

Os textos de referência não apresentam como área de pesquisa a radioatividade natural conduzida por físicos da PUC nos anos 1950 e 1960. Esses trabalhos concentram o foco no desenvolvimento dos núcleos da física nuclear e física teórica. Uma possível explicação estaria no desenvolvimento dos departamentos e na montagem de seus laboratórios nas universidades, que acabou por manter os físicos em ambientes experimentais controlados, acompanhando a tendência internacional das pesquisas na área. Ainda poderíamos dizer que no caso da radioatividade natural esta passou a ser entendida como objeto de estudo da geofísica.

Partiremos agora para uma descrição da incipiente literatura sobre o Padre Roser. Consideramos dois artigos que abordam a trajetória do Padre Roser na física, são eles: (PINHO, 1967; NOBRE; VIDEIRA, 2018), o primeiro um texto de memória publicado em periódico científico da época, o segundo escrito recentemente, em que nos revela uma perspectiva ampla de sua trajetória focando em sua atividade científica (NOBRE; VIDEIRA, 2018). Nesse trabalho, encontramos uma cronologia dos eventos ligados à física vividos pelo cientista Padre Roser, análises de certos episódios a partir da utilização de fontes primárias, que segundo os autores não foram exploradas em sua totalidade. Os historiadores também nos revelam uma faceta do cientista que tentava equilibrar as atividades científicas com as obrigações sacerdotais,

pendendo mais para a física. Todo jesuíta deve exercer algumas funções dentro da ordem, para o Pe. Roser, uma delas, era ser físico. Desse modo, seu trabalho era para "maior glória de Deus"[5], lema jesuíta, o que justifica toda sua ação e dedicação a missão a ele confiada. Veremos na tese que o caso da formação científica de Pe. Roser está ligado a uma necessidade da Companhia de Jesus de ter em seus quadros alguém com esses conhecimentos.

Sua maior missão, a fundação do Instituto de Física da PUC-RJ, foi simultaneamente valorosa, tanto para ciência quanto para religião, pois tinha que atender as condições de uma ciência contemporânea, em constante mudança, sem perder de vista os valores jesuítas (a filosofia tomista). Finalmente, o artigo sugere que a trajetória científica de Roser é um exemplo para as novas gerações de cientistas. Porque ilustra características fundamentais da profissão, como persistência, dedicação, percepção e colaboração.

Nobre e Videira (2018) não exploram o trabalho experimental realizado pelo Pe. Roser em seu itinerário profissional na física. Apenas mencionam as áreas de estudo desenvolvidas, as colaborações e os locais onde as pesquisas foram realizadas. Métodos, técnicas, fundamentos teóricos, equipamentos e as publicações não são discutidas no artigo. As circunstâncias nas quais o padre se dedicou a essas pesquisas não são exploradas. Notamos que há um esforço por parte dos autores em relacionar os episódios científicos à vida religiosa ao longo de todo o texto, deixando a física reservada para outro estudo, o qual realizamos nesta tese.

A estratégia de narrativa adotada no trabalho de Nobre e Videira (2018) se fez necessária porque os motivos que levaram e impulsionaram o padre ao mundo científico são muito peculiares e correlacionados a momentos históricos dentro da comunidade católica, tal como o movimento de reação católica iniciado nos anos 1920, ou a criação da Pontifícia Universidade Católica (PUC) nos anos 1940. Apresentar o cientista em questão dissociado do seu contexto religioso o descaracterizaria, nos privaria das motivações que o levaram a abandonar a vida de um missionário indigenista, que era seu objetivo inicial quando decidiu vir para o Brasil em 1924, para se tornar um físico nuclear experimental com a missão de criar um centro de pesquisa científica dentro da PUC.

1.5 SOBRE BIOGRAFIAS CIENTÍFICAS

[5] *Ad maiorem Dei gloriam*

O gênero literário conhecido como biografia pode ser apresentado de várias formas e com finalidades também diversas (NYE, 2006). Aqui, nos interessam as biografias científicas e seu papel na história da ciência. Esse tipo de narrativa histórica não deve dissociar a vida do cientista de sua prática científica, mas, em vez disso, deve servir como mediador entre sua vida e sua prática (KRAG, 1989).

As novas abordagens na história da ciência trouxerem um novo olhar para as biografias científicas a partir dos anos 1970. A preocupação com a liberdade humana, abdicação ao determinismo e o interesse na micro-história, trouxeram a valorização de outros elementos biográficos na história das ciências que se contrapõe ao modelo consagrado dos grandes cientistas e suas grandes descobertas (RIBEIRO, 2009). Isso impôs novos critérios de análise, tais como cientistas menos reconhecidos, instituições ou equipamentos. O resgate de outras histórias, aparentemente ocultas na historiografia científica que privilegia os "gênios", tem um excelente papel funcional ao oportunizar uma pluralidade de conceitos, conectada aos contextos históricos, auxiliando a difusão das ciências e suas técnicas.

A partir de um artigo que trata sobre a finalidade do uso das biografias científicas para estudos da história das ciências (FIGUEIRÔA, 2007), eu me deparei com um trecho de um romance escrito por Umberto Eco, Baudolino, que sintetiza o papel do biógrafo:

> Baudolino – Dizia de mim para mim, quando eu estiver com uma idade avançada – vale dizer, agora – hei de escrever as Gesta Baudolini, tendo por base estas notas. Assim, no curso de minhas viagens, eu trazia comigo a história da minha vida. Mas na fuga do reino de Preste João... [...] perdi aqueles papéis. Foi como se tivesse perdido minha própria vida.
> Nicetas Coniates – Dirás o que puderes lembrar. Trabalho com fragmentos de episódios, restos de acontecimentos, e tiro disso tudo uma história, tecida num desenho providencial. Quando me salvaste, tu me deste o pouco futuro que me resta e te recompensarei, devolvendo a ti o passado que perdeste. – Mas minha história talvez não faça nenhum sentido... – Não existem histórias sem sentido. Sou um daqueles homens que o sabem encontrar até mesmo onde os outros não o vêem [sic]. Depois disso, a história se transforma no livro dos vivos, como uma trombeta poderosa, que ressuscita do sepulcro aqueles que há séculos não passavam de pó... Para isso, todavia, precisamos de tempo, sendo realmente necessário considerar os acontecimentos, combiná-los, descobrir-lhe os nexos, mesmo aqueles menos visíveis. Além do quê, não temos outra coisa a fazer, os teus genoveses dizem que devemos esperar que se acalme a raiva daqueles cães (ECO *apud* FIGUEIRÔA, 2007, p. 3).

Para Figueirôa (2007), Umberto Eco nos defronta com algumas questões pertinentes, em que para cada uma haveria múltiplas respostas. No entanto, ela nos aponta uma que remete às complexas relações entre história e memória. Afirma que aquilo que o próprio indivíduo (ou seus próximos), guarda como parte do seu passado visa, com maior ou menor grau de consciência, à construção de uma imagem pública e/ou privada (FIGUEIRÔA, 2007, p. 3).

Desse modo, o caso das histórias sobre cientistas acabava, na história das ciências tradicional, sendo preterido pelos autores por não se tratar do fazer científico.

O texto nos permite depreender o papel do biógrafo em tecer algum tipo de história sobre um personagem real a partir das fontes, bem como sobre a função das narrativas, o que também é analisado por Figueirôa:

> Para que sua história fosse escrita, Baudolino escreveu e guardou suas memórias. Mas, uma vez perdidos os documentos, ou seja, a base material cuidadosamente produzida e conservada que garantiria a produção das Gesta Baudolini, sua própria vida se foi. No entanto, o "historiador" Nicetas lhe garante que, com os fragmentos do que puder lembrar, ainda será possível escrevê-la, demonstrando, então que não há limites mínimos para a massa documental necessária à produção da narrativa histórica. Os historiadores, porém, bem sabem que nenhuma fonte fala por si. São muitas as mediações entre os documentos e suas leituras possíveis, seja qual for sua natureza: depoimentos orais, documentos oficiais, documentos pessoais, textos impressos e manuscritos, espécimes, instrumentos, fotos, cadernetas de anotações, libretos de óperas, de peças de teatro ou ingressos de cinema, recibos, notas promissórias, contratos, "confissões" a inquisidores e carrascos, desenhos, rascunhos de poemas, inventários de bibliotecas e de bens pessoais, etc. De cada um extraem-se certas informações, e outras mais, a depender das perguntas que fazemos e que são constantemente reformuladas, conforme se atualizam as interrogações que o presente faz ao passado (FIGUEIRÔA, 2007, p. 4).

Essa análise apresentada por Figueirôa (2007) vai ao encontro do que buscamos apresentar nessa tese. A partir de uma massa documental, pretendemos resgatar a trajetória científica de Padre Roser, contudo, cientes de que o produto é apenas uma narrativa, entre tantas outras possíveis, obtida através da análise desses documentos e da nossa capacidade de compreendê-los. Os documentos pessoais são partes do passado de alguém com o objetivo de alcançar a construção de uma imagem pública ou privada. Já os documentos de natureza privada geralmente são dispensados da análise em detrimento dos científicos julgados como mais importantes. Cabe, aqui, repetir que nenhum elemento deve ser desprezado, porque a ausência de qualquer aspecto da atividade do personagem, por mais extracientífica que possa parecer, falsearia a descrição da personalidade do autor estudado (TATON, 1987).

O desafio das biografias, em especial as científicas, seria juntar partes variadas, aparentemente discordantes, numa narrativa que lhes confira minimamente um sentido que, de uma forma ou de outra, esteve presente na vida do indivíduo (FIGUEIRÔA, 2007). De certo modo, as biografias devem solucionar as tensões entre a generalidade e a especificidade e outras, como discutido por José Luís Peset:

> Como em qualquer outra biografia, o sujeito também possui uma dinâmica intersubjetiva e uma lógica interna, e a narração deve resolver a tensão entre generalidade e especificidade. Toda narração de eventos não inventados é atravessada

> por tensões entre contexto e lógica interna, história e estrutura, tempo e sistema, que não são resolvidas com introduções anedóticas ou panorama histórico (PESET, 2005).

Esboçar um quadro narrativo mais realista do que seja a atividade técnico-científica atualmente se faz necessário, visto que histórias contadas até agora sobre os cientistas de expressão, os mais conhecidos, apresentam lacunas que podem ser preenchidas com os cientistas mais comuns, aqueles que participam e sustentam o cotidiano das práticas científicas. Toda e qualquer pessoa, cientistas, em especial, concentra as características e as interrogações de uma comunidade. Ela se inscreve numa rede de relações e enfrenta os problemas de uma época. É nesse ponto que reside o interesse do gênero biográfico. Tal engajamento na recuperação das trajetórias mais amplas, de coletividades, tem um papel político, na medida em que pode contribuir para desmistificar a visão padrão que herdamos sobre ciência e tecnologia (FIGUEIRÔA, 2007). Concordamos que o gênero biográfico se apresenta fundamental para a história das ciências, quer se privilegiem as ideias, as instituições, as técnicas e práticas e equipamentos.

Apesar dos relatos biográficos da ciência desempenharem um papel de importância na história científica, Almeida e Videira (2013) apontam limites para as biografias científicas. Eles dizem que há utilidade nas biografias, mas não se deve construir um modelo idealizado dos cientistas. Ao considerar as deficiências que o gênero literário das biografias científicas possui, Ribeiro (2009) afirma que são de vital importância a análise de todas as fontes que podemos dispor e que a natureza dessas fontes afetará os resultados encontrados. Almeida e Videira (2013) dizem, ainda, que é preciso entender que para qualquer pesquisa que se faça, sempre existirão perguntas sem respostas.

Aqui, nos cabe ratificar sobre a natureza de nossa pesquisa que é de cunho biográfico e com interesse na história da física brasileira realizada nos anos 1940 a 1960, período cuja pesquisa científica no campo do conhecimento atômico foi protagonizada pelos EUA e cobiçada por diversas nações, incluindo o Brasil.

1.6 O CORPUS DA PESQUISA

A vida do cientista Pe. Roser S.J. poderia ser explorada sob muitas perspectivas. Inicialmente nós pensamos em abordar dois aspectos de sua trajetória: a primeira estaria ligada à prática científica dentro de uma instituição católica num contexto amplo das políticas de energia atômica brasileira, procurando elementos da tradição jesuíta na ciência através do

trabalho praticado por Roser; o segundo aspecto estaria ligado à fundação do Instituto de Física da PUC-Rio, em que buscaríamos entender suas origens, concepções, estrutura e funcionamento iniciais. Contudo, a pandemia de Covid-19 nos fez rever esses objetivos iniciais, porque para realizar essas pesquisas necessitaríamos dos arquivos institucionais abertos, onde pudéssemos encontrar novos documentos demandados por nossa análise preliminar que explicassem as questões produzidas ao longo de nossa investigação, o que, infelizmente, não conseguimos fazer. Então, decidimos que a prática científica de Pe. Roser seria o fio condutor desta tese, em virtude de possuirmos uma massa documental grande de suas publicações científicas e de cartas e iconografias do mesmo período.

De 1933 a 1967, o Pe. Roser publicou cerca de 60 trabalhos de cunho científico-acadêmico, os quais categorizamos da seguinte forma: artigos (científicos e filosóficos), comunicações, relatórios, resenhas, capítulos de livros e conferências. Essas publicações podem ser distribuídas em três fases. A fase inicial (1933 a 1949), que diz respeito ao início de seus estudos na física na Áustria até receber a missão de seus superiores para criar um centro de pesquisa científica para a Universidade Católica. A segunda fase (1950 a 1956), compreende o período em que Roser se encaminhou para os EUA, onde iniciou pesquisas no campo da detecção de partículas de raios cósmicos no Instituto de Estudos Nucleares da Universidade de Chicago, sob a orientação de Marcel Schein[6] (1950 a 1951). Mais tarde, segue para a Universidade de Stanford, onde trabalha com Felix Bloch[7] (1952-1953) e com Robert Hofstadter[8] (1953-1954) em pesquisas sobre a indução nuclear e cintiladores, respectivamente. Esse retorno aos cintiladores é marcado pelo auxílio de uma bolsa concedida pelo CNPq. Sua última parada foi na Universidade de Fordham, em Nova York, onde iniciou seus estudos sobre a radioatividade do solo com seu primeiro orientador, Victor Hess (1955-56).

Na última fase (1956-1967), Roser se torna delegado científico do United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), comitê responsável pelos estudos dos efeitos da radiação atômica das Nações Unidas e inicia um programa de pesquisa sobre investigações da radiação ambiental no Brasil. Essa etapa coincide com

[6] (1902-1960) foi um físico eslovaco, professor da U. Chicago, conhecido por seu trabalho em raios cósmicos.

[7] (1905-1983). Nascido em Zurique, Suíça, iniciou seus estudos na Politécnica de Zurique onde planejava se tornar engenheiro, mas após um ano de estudos decidiu voltar-se para Física. Professor e pesquisador da U. Stanford. Em 1952 foi laureado com o Prêmio Nobel, que dividiu com E. Purcell, sobre estudos de Indução Magnética Nuclear

[8] (1915 - 1990) Um físico estadunidense. Laureado com o prêmio Nobel de 1961 em conjunto com R. Mössbauer, por seus estudos de dispersão de elétrons em núcleos atômicos e por suas consequentes descobertas sobre a estrutura dos núcleos.

múltiplas ações realizadas por ele. A mais significativa, sem dúvida, a fundação do Instituto de Física e Matemática Joaquim da Costa Ribeiro, que inicia apenas abrigando as pesquisas sobre radioatividade e depois se torna uma respeitada instituição de ensino e pesquisa, com produção científica de elevado valor para a comunidade científica internacional.

1.7 METODOLOGIA

Na pesquisa para esta tese nos debruçamos sobre fontes primárias e secundárias buscando sempre que possível a complementação e significação das informações contidas nos documentos. A massa documental que dispusemos para o trabalho compreende 120 de cartas trocadas por Roser e seus superiores, jesuítas americanos e europeus, cientistas, membros do CNPq, entre outros. As cartas trocadas entre Roser e seus superiores jesuítas e cientistas estão depositadas nos Arquivos da Cúria da Província Brasileira da Companhia de Jesus (APBCJ) no Núcleo de Memória da PUC-RJ (NMPUC). Esse material nos coloca diante das situações experienciadas por Roser em várias fases de sua vida profissional fornecendo informações para novas buscas, com propósito de elucidar os episódios por nós elencados para investigação.

Há um abundante material iconográfico (102 fotografias), mostrando Roser em várias fases de sua vida dentro da Companhia de Jesus (doravante Companhia de Jesus), desde o tempo de professor nos colégios até a primeira formatura do curso de física da PUC-RJ, em que ele ocupava a função de diretor.

As imagens nos auxiliam ora na construção dos episódios tratados na tese, ora nos demanda novas buscas para dar sentido ao que foi registrado, além de nos possibilitar o conhecimento de sua rede de colaboradores, pois o colocam ao lado de outros personagens, locais e em diferentes atuações. Segundo Le Goff, “observa-se que a fotografia revoluciona a memória, multiplicando-a e democratizando-a, dando uma precisão e uma verdade que permite guardar a memória do tempo e da evolução da sociedade” (GOFF, 1990). Essa rica coleção de fotografias nos ampara na construção da narrativa de nossa pesquisa. Seguindo a sugestão de Canabarro (2008), as imagens não serão utilizadas apenas como ilustração do texto verbal, mas como fonte de pesquisas.

No tocante à parte de sua prática científica, nos concentramos nos trabalhos publicados em periódicos nacionais e internacionais, (Physical Review, Science, Physics Today, Acta Physica Austriaca, Journals of American Physical Society - APS, e Anais da Academia Brasileira de Ciência e Ciência e Cultura). No exame dos conteúdos das publicações, classificamos as pesquisas por ele desenvolvidas em raios cósmicos, cintiladores e

radioatividade ambiental. Com os dados obtidos sobre o assunto da pesquisa, colaborações, fundamentos teóricos, instrumentos, técnicas e resultados, pudemos traçar melhor o quadro de seu trabalho científico. Por conseguinte, procuramos na literatura assuntos afins para contextualizar o trabalho analisado dentro da época. Também fizemos buscas nos acervos das instituições que ele manteve interlocução ou desenvolveu atividades, tais como o CBPF, CNPq, UNSCEAR, CNEN procurando documentos, atas, relatórios e iconografias, que dessem conta de nos ajudar a compor cada episódio que retratamos na pesquisa. Salientamos que algumas publicações analisadas estavam em alemão, língua que o autor da tese não compreende, deste modo, se fez uso do google tradutor como ferramenta para tomar conhecimento do conteúdo dos documentos analisados. As traduções propostas foram revisadas pelo orientador, que é conhecedor e fluente na língua. Também nos deparamos com documentos escritos em latim, para os quais apenas foi usado o tradutor online como fonte de conhecimento do documento.

Para a ampliação de nosso conhecimento sobre os acontecimentos, principalmente da última década de vida de Roser, em que funda o IF-PUC e implementa o programa de contaminação radioativa, e sobre a própria personalidade do padre, utilizamos a metodologia conhecida como história oral. Apesar da instabilidade da memória que os entrevistados podem apresentar, as informações por eles trazidas trouxeram sentido para a cultura e práticas científicas realizadas naquele período, além de nos revelar outros fatos que não estavam em nosso espectro de conhecimento sobre o assunto investigado. O papel das entrevistas é mais bem explicado a seguir:

> E é a história oral – e sua capacidade de dar voz ao indivíduo, propor uma comunicação mais dialógica e legitimar suas lembranças – que pode incorporar à estrutura de interpretação da sociedade, de sua história e de suas mudanças o papel cumulativo do indivíduo (MOURA; ROCHA, 2017).

Neste trabalho, as entrevistas trouxeram um Roser em sua última década de vida, período muito profícuo de sua trajetória. Quando ele regressa ao Brasil, funda o IF-PUC e inicia o programa de radiação ambiental. Contamos com 8 entrevistas tomadas com pessoas que trabalharam diretamente ou indiretamente com ele na PUC ou no Colégio Anchieta. As informações foram obtidas a partir de estímulos que o entrevistador fazia a partir de um roteiro construído à medida que a conversa se desenrolava, a fim de deixar o entrevistado bem à vontade para falar de suas lembranças. Importante salientar que o autor desta tese não participou de todas as entrevistas, ao longo do texto são apontados os participantes. Dentre os entrevistados tínhamos os professores da PUC, Antônio César Olinto, Jayme Jerônimo, Neyla Costa do

Amaral e Izar Valentim, um técnico em eletrônica que trabalhava nos laboratórios, César Henrique Lopes, um estudante de pós-graduação que atuou em Guarapari, Marcelo André Barcisnki, e dois padres que eram noviços, quando Roser ainda dava aulas, Padres Pescatori e Almeida, além do Professor Ênio Silveira, que fora aluno nos tempos de Roser, como diretor, e ainda trabalha como professor titular do mesmo instituto, nos auxiliou com muitas informações e contatos. Os depoimentos colhidos sobre Roser e a relação que cada entrevistado tinha com ele nos permitiram construir muito da personalidade de nosso biografado, como nos ajudaram a elucidar algumas situações vividas em sua trajetória científica. As informações obtidas através da memória de cada indivíduo que compõe o grupo de pessoas que conheceram Roser são melhores explicadas pelo trecho abaixo:

> No mais, se a memória coletiva tira sua força e sua duração do fato de ter suporte um conjunto de homens, não obstante eles são indivíduos que se lembram, enquanto membros do grupo. Dessa massa de lembranças comuns, e que se apoiam uma sobre a outra, não são as mesmas que aparecerão com mais intensidade para cada um deles. Diríamos voluntariamente que cada memória individual é um ponto de vista sobre a memória coletiva, que este ponto de vista muda conforme o lugar que ali ocupo, e que este lugar muda segundo as relações que mantenho com outros meios. Não é de admirar que, do instrumento comum, nem todos aproveitam do mesmo modo. Todavia quando tentamos explicar essa diversidade, voltamos sempre a uma combinação de influências que são, todas, de natureza social (HALBWACKS, 1968).

Destacamos que alguns documentos que julgamos importantes para a narrativa que construímos foram colocados no final da tese na seção denominada de Anexo, de modo que o leitor pode apreciá-los de forma mais legível do que se fossem colocados ao longo do texto, onde priorizamos apenas as iconografias.

Façamos agora uma breve excursão pela tese que apresentamos. Nas seções seguintes deste capítulo começamos pela fase anteriores à chegada do jovem Roser ao Brasil, mesmo sem documentos desse período, construímos uma narrativa a partir de relatos de pessoas que escreveram sobre ele em textos de memória e homenagem, recorrendo também a outras fontes que nos permitiram traçar um quadro introdutório. Na sequência, discutimos a sua formação jesuíta no Colégio Anchieta e suas primeiras aulas como professor de ciências nos colégios da Companhia de Jesus. Na seção 2.4 acompanhamo-lo desde o período que inicia sua formação em física, em Viena, Áustria, até seu doutoramento com V. Hess pela Universidade de Innsbruck. A fase seguinte é como professor de questões científicas e física do noviciado do Colégio Anchieta (2.6), período em que escreve artigos nos Anais da Academia Brasileira de Ciências e participa do Simpósio Internacional de Raios Cósmicos. Em 2.7 apresentamos o contexto da missão que recebe dos seus superiores para a criação de um centro de pesquisa na

Universidade Católica e seus desdobramentos. Fechando o capítulo 2, descrevemos sua participação na fundação do CBPF (3.8).

No capítulo seguinte, destacamos alguns trabalhos de Roser no campo da filosofia da ciência, começamos com seu primeiro ensaio sobre filosofia natural e a física. Seguimos discutindo outras duas publicações que também tratam de discutir a importância da filosofia natural para a ciência moderna sob a perspectiva neotomista.

O capítulo 4 é dedicado ao período que esteve nos EUA para atualização de conhecimentos na área da física e da pesquisa científica nas Universidades de Chicago e Stanford. Na seção 4.1, discutimos as origens desse périplo por instituições de ensino e pesquisa americanos. As primeiras pesquisas realizadas em Chicago com Marcel Schein, onde deu início as pesquisas com detectores por cintilação aplicados aos estudos de raios cósmicos estão em 4.3, 4.4 e 4.5. Na sequência, o encontramos com Felix Bloch, em Stanford, em seus estudos sobre indução nuclear (4.7), e R. Hofstadter, quando retorna ao estudo com cintiladores (4.8 e 4.9). No final desse capítulo, discutimos um interessante projeto costurado entre Roser e Schein para medidas de raios cósmicos na América do Sul, mas que não se concretizou (4.10).

As pesquisas sobre radiação ambiental ficaram para o capítulo 5, onde discutiremos inicialmente a passagem de Roser por Fordham e o reencontro com Hess (5.1). Discutiremos na seção 5.2 a sua indicação para UNSCEAR e o início das pesquisas em radioatividade natural e artificial. Com intuito de mostrar as pesquisas realizadas por Roser nesse campo de pesquisas separamos em fallout, onde abordamos a relação de Roser principalmente com Gross e grupo do INT (5.3). Prosseguindo, dividimos a radioatividade natural, pesquisas realizadas com o grupo de Carlos Chagas Filho e de Merril Eisenbud, em duas partes: em Guarapari (5.4) e Morro do Ferro (5.5), em outras localidades (5.6) e eletricidade atmosférica (5.7). Apresentamos os principais colaboradores científicos de Roser quando retorna ao Brasil (5.8). Enfim, apresentamos as conclusões tecendo alguns comentários sobre a fundação do Instituto de Física por Roser e explicamos as circunstâncias de sua morte. Aproveitamos para resumir os principais resultados da tese e seus desdobramentos futuros.

2 A FORMAÇÃO INTELECTUAL E OS PRIMEIROS PASSOS NA FÍSICA

2.1 ANOS INICIAIS: ALGUMAS NOTAS BIOGRÁFICAS

Franz Xaver Roser nasceu aos 14 de novembro de 1904 na pequena província de Sankt Martin, próximo a conhecida cidade de Linz, no centro-norte da Áustria, próxima às margens do Rio Danúbio, cerca de 160 km a oeste da capital Viena.

O filho do casal Antonie Hoher e Joseph Roser[9], cursou as escolas jesuítas da região. Iniciou em 1914 no ginásio da Escola Apostólica de Linz, conhecida como "Velha Catedral"[10], terminando os estudos secundários no Colégio Jesuíta de Kalksburg, em Viena, local onde o importante escritor e teólogo Pe. Anton Straub (1852-1931) trabalhou de 1902 até sua morte[11].

O interesse de Roser pelo Brasil começou ainda nos tempos de ginásio, quando aprendeu sobre a geografia e os povos indígenas brasileiros (PINHO, 1967). Anos mais tarde, esse entusiasmo o levaria a escolher o Rio de Janeiro, para cursar o noviciado, na cidade de Nova Friburgo, no Colégio Anchieta, e assim tornar-se um padre missionário indigenista. Segundo seu colaborador, o Pe. Thomas L. Cullen (1917-1985), esse chamado deixou seu espírito transbordante de coragem e audácia ouviu o sussurro de sua maravilhosa vocação a dizer-lhe que abandonara sua gente, para vir a jângal brasileira juntar-se às missões encarregadas da evangelização dos índios (CULLEN, 1967, p. 2).

A história se concretiza por meio do Vice-Provincial do Brasil, o alemão Pe. Paulo Bannwarth (1888-1975), que entre os anos de 1923-24 cursava teologia na Universidade de Innsbruck, em Viena. O padre foi à escola apostólica de Linz convidar jovens dispostos a tornarem-se missionários junto aos índios do Brasil, no Mato Grosso. Roser estava entre os vários austríacos que desembarcaram no Rio de Janeiro no segundo semestre de 1924 com esse propósito. (FERREIRA, 2010).

As missões dos jesuítas na América Latina sempre estiveram atreladas à catequização e a evangelização das pessoas, com o intuito de propagar o catolicismo como forma de resistência à reforma protestante no período colonial. A educação religiosa foi um instrumento para

[9] Supplementum viennalle ad Catalogun personarum Primum et Seccundum (1941)

[10] Por razões políticas, o prédio construído no século XVII nem sempre foi ocupado pelos jesuítas ao longo dos séculos seguintes, servindo para diversos usos. De 1909 a 1938, esteve sob a administração dos jesuítas, depois serviu de base militar para os alemães. Fonte: Geschichte der Jesuiten in Linz_Jesuiten Zentraleuropa_Ignatiushaus Linz (jesuiten.org), visto 11/11/2021

[11] Kalksburg College - Wikipedia _ acesso:12/11/2021

civilizar os índios e, assim, combater a heresia e converter os pagãos à fé cristã. No início do século XX, além do protestantismo, havia o comunismo como ameaça a ser contida. Contudo, as missões no centro-oeste brasileiro se aproximavam das realizadas em séculos passados, no tocante a catequização indígena. A questão da terra e a luta por ela dizimavam aqueles povos, que na visão da igreja poderiam ser salvos se os índios fossem convertidos em cristãos. Dentre as ações de um missionário estava pacificar conflitos, cuidar e curar ferimentos, ensinar português e pregar o evangelho (SILVA *et al*., 2019).

O jovem Roser iniciou seus estudos como noviço no Colégio Anchieta, situado em Nova Friburgo (RJ), na companhia de um jovem compatriota, João Dornstauder. Um amigo que fez no tempo de colégio em Viena, e que viria se tornar para alguns católicos o "Anchieta do século XX", por seu trabalho missionário realizado na Amazônia mato-grossense junto aos índios (1946-1972) (SILVA *et al.*, 2019). Não há nos arquivos consultados em nossa pesquisa nenhuma carta trocada entre eles, contudo após a morte de Roser em 1967, Cullen (1967) relata que fora encontrado em sua mesa de trabalho uma fotografia do amigo Dornstauder. Depreendemos, desse fato, que mesmos tendo optado ou cooptado para carreira científica dentro da companhia, os ideais que o trouxeram para o Brasil não foram esquecidos.

2.2 A FORMAÇÃO CIENTÍFICA NA COMPANHIA DE JESUS

Nesta seção, apresentaremos um pouco dos processos de formação educacional jesuítica, a partir da perspectiva dos Science Studies, para que possamos desse processo depreender os fundamentos da formação inicial de Roser no campo das ciências, e que o orientaram por essa escolha, e não pela de missionário indigenista. Descreveremos brevemente as origens da formação científica nos colégios da Companhia de Jesus desde sua criação até o início do século XX. Para tal, precisamos incialmente conhecer o plano de estudos pedagógicos da Companhia: o Ratio Studiorum. Por meio deste, analisaremos as disciplinas científicas nas séries iniciais e nos cursos superiores do filosofado para entendermos a visão científica adquirida por Roser.

2.2.1 A introdução de uma concepção científica nos colégios inacianos

A história da presença dos jesuítas no mundo começa com a fundação dos seus primeiros colégios, um ano depois da aprovação da Companhia de Jesus em 1540 pela Santa Sé romana. Os jesuítas se dedicaram ao problema da educação através da criação de colégios. Rapidamente,

ocorreu uma expansão da rede de ensino por conta das necessidades e demandas sociais da juventude, a nova ordem respondia com um novo estilo e uma moderna estrutura pedagógica. O sucesso dos primeiros colégios se devia, em parte, a uma nova orientação de ensino baseada no método seguido pela Universidade de Paris, onde os fundadores da Companhia foram instruídos, como o próprio Inácio de Loyola (1491-1556).

O ensino dos colégios compreendia três ciclos: gramática (estudo dos clássicos), filosofia (lógica, física e metafísica) e teologia, em três níveis. O conteúdo de física no curso de filosofia era todo baseado nos livros de Aristóteles de filosofia natural. Também no curso de filosofia, a matemática era estudada (geometria, aritmética e álgebra, assim como suas aplicações em astronomia, ótica, mecânica e música) (VALLINA, 2014).

É importante destacar que os primeiros anos dos colégios jesuítas coincidem com a chamada revolução científica moderna. Como, por exemplo, o trabalho precursor publicado por Copérnico, em 1543, sobre o sistema heliocêntrico, ou o trabalho sobre o sistema planetário publicado por J. Kepler, entre 1609 e 1619 (CASPAR, 1993). Assim, há uma nova orientação científica em curso, que unia experimentação à matemática. De modo que nos colégios da Companhia, a disciplina de matemática foi incumbida de introduzir a nova forma de fazer ciência, já que os cursos de física se voltavam para a discussão de fundamentos aristotélicos; essa tradição matemática foi começada pelo Pe. Christopher Clavius[12] (1537-1612). Ele foi um defensor do uso da matemática na física, pois acreditava que física aristotélica só poderia avançar em suas discussões com aplicações matemáticas em seus problemas mais fundamentais. Clavius enxergava o conhecimento matemático em seu tempo como uma demanda social que deveria ser incorporada aos objetivos jesuíticos de ensino, sob pena de ficar ultrapassado (VALLINA, 2014). Desse modo, o ensino da matemática foi inserido às práticas de ensino dos jesuítas orientadas pelo Ratio Studiorum para fins apostólicos.

2.2.2 O jesuíta e a formação científica no início do século XX

Depois da supressão da Ordem Jesuíta, em 1773, e sua restauração no século seguinte, no ano de 1814, a ciência no século XIX havia alcançado uma posição consolidada como um ramo de conhecimento útil para a sociedade ocidental. A física, química, geologia e biologia haviam conhecido importantes progressos em seus campos de conhecimento. A educação passa

[12] Jesuíta alemão, matemático e astrônomo, membro da comissão do Vaticano que aceitou o calendário gregoriano. Em seus últimos anos, ele foi provavelmente o astrônomo mais respeitado da Europa e seus livros didáticos foram usados para educação astronômica por mais de cinquenta anos dentro e fora da Europa

a ser um serviço público e organizado pelo Estado, que regulamenta planos de estudos a serem ensinados nas instituições de ensino, assim o ensino de ciência ganha ênfase nos currículos tanto fundamental quanto superior. Dessa forma, a Companhia de Jesus (por vezes representado pela monograma IHS)[13] tem que adaptar-se a essa demanda social, tanto na reestruturação dos seus colégios quanto na formação dos próprios jesuítas (VALLINA, 2014).

Na segunda metade do século XIX, a necessidade de a Igreja Católica desenvolver uma resposta apologética e uma refutação prática às acusações de obscurantismo católico motivou também a formação de cientistas jesuítas (UDÍAS, 2019). A formação dos jesuítas continuou a ser fundamentada na filosofia tomista e por meio dela o conhecimento científico moderno era introduzido, como veremos adiante. O ensino de ciência fazia parte da estratégia da igreja para atrair jovens para o apostolado. Contudo, a Congregação Geral de 21 (1829) advertia aos colégios católicos o não detrimento da filosofia em prol dos conhecimentos da física e da matemática (VALLINA, 2014).

Um jesuíta cumpre várias etapas de formação, conforme pode ser encontrado na página eletrônica dos Jesuítas do Brasil, na aba vocações[14]. Inicialmente, os candidatos que sentem a vocação entram na Companhia de Jesus pelo noviciado. Nessa fase, aprendem a lidar com a espiritualidade, conhecem a história de Santo Inácio de Loyla, o fundador, e da própria ordem religiosa. É nessa etapa que o noviço faz os exercícios espirituais de trinta dias para fortalecer sua fé e entender melhor os seus desígnios de sua escolha pela vida religiosa. Após os primeiros votos, que ocorrem ao final do noviciado, o agora júnior integra os valores espirituais que recebeu no noviciado a vida comunitária, o apostolado e o estudo das diversas humanidades. Espera-se que o jovem jesuíta cresça no desejo de um serviço mais universal, percebendo a presença de Cristo em todos esses ambientes. Essa primeira etapa leva cerca de 2 anos.

Para o sacerdócio, o jesuíta precisa cursar o filosofado, que tem duração de três anos. É um tempo de reflexão, de tomada de contato com as grandes correntes filosóficas do pensamento humano, de correntes ideológicas e tempo para aprender a refletir com a lógica e precisão, amadurecendo pensamentos, criando bases para seu posicionamento diante da realidade do mundo. A seguir, o jesuíta se insere na obra de defesa da doutrina cristã. Nesse

[13] Sua forma latina, "*Iesus Hominibus Salvatoren*" (Jesus Salvador dos Homens), foi criada por São Bernardino de Sena, no século XV, e adotada por Santo Inácio de Loyola, no século XVI, como emblema da Companhia de Jesus. O símbolo foi usado como carimbo nas publicações da Companhia.

[14] www.jesuitasbrasil.org.br, consideramos que, a partir da leitura do Ratio Studiorum, a estrutura organizacional e de formação dos jesuítas sofreu poucas mudanças entre o tempo de Roser e o atual.

tempo, ele é convidado a exercitar-se no dom de si e na disponibilidade inaciana, em que admite as responsabilidades de um apostolado longevo.

O curso de teologia prepara o jesuíta para a ordenação presbiteral. Nessa fase, a teologia ambiciona unificar as diversas dimensões ou aspectos formativos que representam o jesuíta, como vida no espírito, amadurecimento humano e vida comunitária, estudos e apostolado e a integração no corpo apostólico da Companhia de Jesus. Após alguns anos exercendo o apostolado como padre ou irmão, e antes de ser acolhido definitivamente no corpo apostólico da ordem, o jesuíta deve realizar a última etapa, conhecida como a Terceira Provação. Finalmente, com o intuito de atualizar o jesuíta ao mundo que corre em rápidas transformações, exige-se dele um processo de formação constante que o habilite a dialogar e a construir respostas mais apropriadas para cada circunstância. Os meios de atualização teológico e pastoral são escolhidos em concordância com os superiores, planejando a missão que lhe for acreditada, o jesuíta será enviado para a atualização mais adequada.

Nos anos de 1930, o avanço das ciências e a necessidade de uma formação científica aprofundada e moderna, o que não era possível encontrar dentro das escolas da Companhia de Jesus, alguns jesuítas passaram a fazer seus estudos fora do filosofado, em universidades da companhia, ou seculares. Segundo Vallina (2014, p. 301), “estes [jesuítas escolhidos pelos superiores] se reservavam aqueles que estavam destinados à docência nas universidades e aos colégios ou no trabalho em laboratórios”. Alguns estudantes da companhia se especializavam em alguma disciplina científica, que cursavam em concomitância com o curso de teologia ou posteriormente. Esse procedimento ocorria desde o final do século XIX entre os membros da ordem na Europa.

2.2.3 O Ratio Studiorum e o ensino de ciências

O plano de estudos da Companhia de Jesus é um código que organiza a atividade de numerosos colégios fundados pelos jesuítas desde a sua fundação até pelo menos a primeira metade do Séc. XX e os dias de hoje. Os colégios foram instrumentos eficazes de renovação cristã, em uma época marcada pela contrarreforma católica no século XVI e fortaleceram a ordem pelo caminho da missão educativa.

Nas primeiras décadas de existência da Ordem Inaciana, alguns colégios foram criados, para que fossem mantidas as mesmas características em cada estabelecimento. Assim, criou-se, em 1552, um documento norteador, uma espécie de estatuto, que abrangeria os métodos

pedagógicos da Companhia para os colégios e faculdades: o Ratio Studiorum. Assim, a finalidade desse documento seria:

> Um **Ratio Studiorum**, na intenção do fundador [Inácio de Loyola], deverá ser o complemento natural e indispensável das **Constituições**[15]. Só uma codificação de leis e processos educativos poderia evitar o grave inconveniente das mudanças frequentes que a grande variedade de opiniões e preferências individuais acarretaria com a sucessão de professores e prefeitos de estudos. Só um texto autorizado e imperativo, elaborado por uma experiência amadurecida, cortaria pela raiz as tentativas infrutíferas dos que ensaiam as primeiras armas nas lides do magistério (FRANCA, 1952, p. 19, grifo nosso).

Ao longo dos séculos o documento sofreu alterações sempre com intenção de se adaptar aos novos tempos. No ano de 1832, após o período de supressão da Ordem dos Jesuítas em 1773, a reabertura dos colégios provocou uma nova revisão do Ratio para se adaptar às novas demandas sociais. A proposta reorganizava os currículos, por exemplo, no filosofado o curso de matemática ganha uma ampliação para três anos. O primeiro ano seria para todos os noviços, os outros dois anos somente para os melhores na disciplina. No campo da física, a experimentação também sofreu mudanças na parte experimental ganhando mais força no currículo do que o aristotelismo. É importante salientar que as mudanças no documento não tinham força de lei, apenas a de norma diretiva, referindo-se apenas aos cursos superiores da companhia, num movimento de adaptação aos currículos das universidades europeias (FRANCA, 1952).

O Ratio Studiorum é uma coleção de regras positivas e uma série de prescrições práticas e minuciosas sobre o ensino de disciplinas e o comportamento da comunidade educacional. Segundo Franca, "para quem, pela primeira vez se põe em contato com o Ratio, a impressão espontânea é quase a de uma decepção" (FRANCA, 1952, p. 43). Pode-se explicar, apesar das adaptações ocorridas no documento ao longo dos séculos, a tônica do Ratio era do século XVI, momento histórico que visava à formação do homem ideal, do bom cristão. Não se mirava, com a ação das escolas, dar consciência de cidadão aos alunos. Ainda de acordo com o Padre Leonel Franca, "os professores do Renascimento percorriam a Europa sem se sentirem estrangeiros em nenhuma parte" (FRANCA, 1952, p.43).

---

[15] Documento fundador da Ordem dos Jesuítas, 1939. Nas Constituições, uma parte é

toda dedicada a organizar a vida nestes colégios; tudo é determinado: a formação moral, literária, filosófica e teológica dos estudantes. Esta preocupação com a formação acadêmica é algo essencial para os jesuítas; o próprio Inácio de Loyola tinha esta preocupação (ARNAUT; RUCKSTADTER, 2002).

2.2.4 O ensino secundário nos colégios inacianos

Os colégios para internos exigiam efetiva aplicação dos alunos às obrigações religiosas (orações antes da aula, participação em missas, aprendizagem da doutrina cristã e exortações diárias a Deus, entre outras). Desde os colégios o aluno se põe diante do principal ideal da Companhia:

> Glória de Deus é a manifestação das perfeições e excelências divinas na realização perfeita dos planos da obra criadora e redentora. Levar o homem ao conhecimento e à consecução deste magnífico destino é, a um tempo, salvar o homem e glorificar Deus (FRANCA, 1952, p. 73).

A finalidade do curso secundário era dar uma formação humanista aos estudantes, influenciada pela cultura do Renascimento, período em que os colégios da companhia foram criados e que se manteve para além de seu tempo. Assim o ensino dos clássicos era indispensável para formação dos jovens estudantes. A maneira como estudo era realizado se dividia em dois modos: científico e artístico.

O Padre Leonel Franca nos informa que,

> O primeiro é predominante no nível universitário, e o segundo caracteriza um curso humanista. A ciência é analítica; examina um texto, disseca-lhe as palavras; investiga-lhe a etimologia. A arte é sintética, orgânica e vital; na presença de uma obra-prima de expressão não começa por estendê-la numa mesa anatômica para esquadrinhar-lhe as entranhas, cadaverizando-a; mas extasia-se na sua presença, admira-a, contemplando-a como um todo, recebe, intacta e formativa, toda a irradiação de sua harmonia (FRANCA, 1952, p. 77).

A partir das leituras dos Clássicos, o estudante tinha como tarefa aplicar os dois métodos de conhecimento o científico e o artístico, entretanto deveria pender mais para o lado humanista, menos analítico e mais contemplativo. Evitava-se transformar os estudantes em enciclopédias, que depois de certo tempo precisariam ser reescritas pela própria natureza do conhecimento. A finalidade era desenvolver as capacidades naturais do jovem, em ensinar-lhes a servir da imaginação, da inteligência e da razão para todos os misteres da vida (FRANCA, 1952).

Em relação ao ensino das ciências física no nível secundário, podemos dizer que era de caráter absolutamente elementar e introdutório, que, a depender do colégio, havia poucas possibilidades de se realizar um ensino investigativo. Contudo, alguns colégios no início do

século XX, possuíam estruturas de laboratórios e museus de ciências naturais.[16] Em relação ao conteúdo, a física newtoniana já era ensinada desde o século XVIII nos colégios austríacos, introduzidos por Leopold Gottileb Biwald (1731-1805), em seus livros Física Geral (mecânica e astronomia) e Física Particular (outros temas), ambos de 1766. No início do século XX a companhia adotava o livro de Bonifácio Fernádez Valladares[17], Física Elemental (edições: 1900, 1913 e 1921) (VALLINA, 2014). Acreditamos que os colégios adotavam os livros recomendados e autorizados pela Santa Sé, mesmo que a publicação tivesse escrito em língua diferente do país que o colégio estava situado. Os jesuítas deveriam conhecer diversas línguas e o professor deveria adaptar o conteúdo dos livros ao planejamento das aulas, assim o problema da língua não seria um impeditivo ao uso do livro nos colégios.

2.2.5 Currículo filosófico

A Companhia de Jesus oferecia três cursos superiores: teológico, humanista e filosófico. Nos ateremos apenas ao curso de filosofia, por ter sido esse realizado por Roser em sua formação sacerdotal. Como escolástico da Companhia de Jesus, ele deveria se esforçar para conservar a pureza de alma e ter nos estudos a intenção reta, não procurando senão a glória de Deus e a salvação das almas[18]. A aplicação aos estudos não deveria arrefecer o amor das virtudes e da vida religiosa. Ele deveria estudar conforme as orientações dos superiores.

Com relação à estrutura curricular no primeiro ano, os noviços estudavam lógica aristotélica e introdução às ciências. A duração desses estudos diários era de 2 horas [19]. No segundo ano, estudava-se cosmologia aristotélica-tomista, psicologia, física e botânica, os noviços se dedicavam também 2 horas por dia. Ainda nessa série, com carga de 1 hora por dia, havia os estudos de matemática. Por fim, no último ano, dedicavam-se aos estudos de metafísica, filosofia moral cristã e psicologia, cuja carga horária também era de 2 horas. De acordo com Franca (1952):

> Estas classes são caracterizadas por graus, ou estágio de progresso. Representam menos uma unidade de tempo (1 ano) do que determinada soma de conhecimentos adquiridos. Só podia ser promovido a classe superior os alunos que os houvesse assimilado integralmente (FRANCA, 1952, p. 47).

[16] Não sabemos as condições do colégio *Kalksburg* entre os anos de 1914-1924.

[17] Não conseguimos informações sobre o autor jesuíta.

[18] *Ratio Studiorum*- seção dos escolásticos da nossa Companhia

[19] As disciplinas de 2 h diárias, tinham seus conteúdos divididos em 1 hora pela manhã e 1 hora pela tarde.

Dessa forma os cursos, dependendo do aluno poderia levar o dobro do tempo para que o escolástico atingisse a formação necessária segundo os critérios do Ratio.

A metodologia de ensino empregada pelos jesuítas visa estimular os estudantes à aprendizagem dos conteúdos a partir de três processos: preleção, o teatro e a religião. O método é essencialmente ativo. Como nos conta o Padre Leonel Franca,

> Não só durante a exposição do mestre os estudantes são frequentemente interrogados e solicitados a uma colaboração contínua, mas terminada a tarefa da explicação, começa a da composição. O fim da preleção não é teórico, mas artístico (FRANCA, 1952, p. 56).

Uma das recomendações do Ratio é o uso ativo da memória diariamente, mas sem apelar pela memorização. Por exemplo no caso da matemática, não bastava recitar um teorema era preciso demonstrá-lo racionalmente, de forma a privilegiar a atividade da inteligência e da razão. O método teatral servia para a formação de outras aptidões e que aparelhariam o homem para a vida. O princípio vital de toda educação religiosa nos colégios Companhia de Jesus era a formação sacrossanta. Esse método, segundo o Ratio Studiorum, orientava a formação em religião menos como conhecimento que se transmite e mais como a vida que se vive. A concentração didática, como regra geral, cifra-se na doutrina cristã, uma vez por semana, e numa exortação moral, também semanalmente, às sextas ou aos sábados (FRANCA, 1952, p. 70).

A finalidade do curso, segundo as regras do Ratio Studiorum[20], seria de preparar a inteligência dos alunos para a teologia e para sua perfeita compreensão e aplicação prática e por si mesmas competem para a mesma finalidade: procurar em todas as coisas a honra e a glória de Deus. O embasamento do curso focava nas obras de Aristóteles. Contudo, conceitos em contradições com a verdadeira fé deveriam ser contraditos, segundo o Concílio de Latrão[21]. Assim como deveria se evitar opositores às ideias aristotélicas em aula.

Um autor cuja igreja tratava com reservas foi o árabe Averróis (1126-1198), um comentador e defensor da obra de Aristóteles. O seu pensamento provocou sérias discussões

[20] Ratio Studiorum, consulta ao site www.obrascatolicas.com, acessado 14/11/2021.

[21] O Primeiro Concílio de Latrão, de 1123, foi um concílio ecumênico da Igreja Católica. Foi convocado pelo papa Calisto II em dezembro de 1122. O cânone de nº 4 assevera o restabelecimento do princípio de que a autoridade sobre os assuntos espirituais reside unicamente na Igreja.

entre os cristãos latinos da Universidade de Paris. Como resultado, muitos aderiram à concepção de uma filosofia pura e independente da teologia cristã.

> Os averroístas aceitam, como Aristóteles, a concepção de Deus como motor imóvel que move eternamente um mundo eternamente existente não feito nem conhecido por ele. Esta tese da eternidade do mundo choca com as concepções cristãs (OLIVEIRA, 2016).

Nas orientações do Ratio, os comentários desse autor não poderiam ser discutidos ou apresentados em separado de outros autores cristãos, caso houvesse alguma coisa boa, que fosse dado créditos sem elogios. Assim sendo, autores como Averróis tinham suas autoridades intelectuais diminuídas pelos professores. Em proporção inversa, São Tomás de Aquino deveria ter sua obra apresentada com respeito, as divergências em seus comentários eram olhadas com pesar e veneração.

No primeiro ano, explicava-se lógica. Introduzia-se uma discussão se lógica era ciência, qual seu objeto e alguns pontos sobre os gêneros e as espécies. Uma discussão mais completa ficava para o curso de metafísica no terceiro ano. Iniciavam-se os estudos de lógica aristotélica como os pontos mais elementares do conteúdo, para que nas séries posteriores fossem introduzidos conceitos mais avançados. No fim da primeira etapa, introduzia-se a física como a divisão das ciências e a diferença de métodos da física e da matemática, sob a perspectiva aristotélica, dos livros Físicos e De anima.

No período de estudos subsequente, os noviços são postos diante da leitura dos oito livros Physicorum (Física), que no geral trata dos estudos do movimento e do repouso na natureza, procura-se refutar tanto a tese dos que afirmam "tudo está em movimento" tese de Heráclito; bem como os que defendem "que tudo está em repouso", os Eleatas. O motor imóvel, no entanto, está sempre em repouso. Os elementos naturais se movem, mas tendem para o repouso (LOPES, 2019). Priorizava-se sempre os argumentos dos antigos[22] e de São Tomás de Aquino frente aos dos comentaristas da Idade Média e que alguns pontos só seriam abordados posteriormente no curso de metafísica. No livro De Coelo (Do Céu), eram abordados poucos tópicos, tais como os elementos do céu, substâncias e influências. Esse livro contém a teoria dos 4 elementos deterioráveis e dos movimentos perfeitos dos objetos supralunares, que seriam constituídos de éter, assim não estavam sujeitos à geração e à corrupção, consequentemente seus movimentos seriam imutáveis e perfeitos (PORTO, 2009). As questões mais mecânicas da

[22] O debate de Aristóteles com os pré-socráticos sobre a natureza e com Platão sobre a ciência do devir.

obra, como o movimento dos corpos celestes, deveriam ser abordadas pelo professor de matemática ou reduzidas a um compêndio. Meteorológico, outra obra abordada no segundo ano, consistia num tratado sobre as teorias de Aristóteles sobre a Terra, que incluía observações antigas sobre a água, evaporação, fenômenos climáticos, terremotos etc.

No último ano de formação filosófica, os noviços entram em contato com as obras: De Generatione, que trata da origem dos animais; De anima; e a Metafísica. Neste último, não se abordava questões relacionadas a Deus e ao mundo das inteligências, que ficaria para o curso de teologia. Nesse curso, o escolástico estuda as características do ser em geral, a totalidade de relações científicas que explicam o mundo racionalmente (SIQUEIRA, 2019).

Podemos observar a importância de Aristóteles e os aristotélicos para a formação do escolástico jesuíta. Para eles a filosofia sem esses fundamentos seria mutilada e incompleta. Tanto que os professores a todo tempo eram estimulados a reverência diante dessas teorias. Certamente, isso se deve a São Tomás de Aquino, que fez a ponte ligando o catolicismo ao paganismo filosófico. Através de princípios da razão aristotélica, São Tomás adaptou a bíblia à filosofia. Assim para os escolásticos católicos a razão aristotélica é o caminho da verdade e da exaltação das suas virtudes (OLIVEIRA, 2013).

A metodologia de ensino priorizava a ação dos alunos que eram postos em constantes debates ideológicos. Sob a orientação do professor, alunos com visões diferentes sobre um mesmo tema confrontavam seus argumentos entre si: físicos versus metafísicos, metafísicos versus teológicos, e assim por diante. Após as aulas, os alunos deveriam realizar uma decúria[23] por cerca de meia hora após às aulas na presença de um condiscípulo da Companhia de Jesus, e ocorriam disputas arguitivas periodicamente, onde os escolásticos apresentavam teses breves sobre determinado tema[24]. Por fim, as aulas de matemática, para os alunos interessados em física, incluíam os Elementos de Euclides, estudos dos sólidos e problemas célebres em matemática (por exemplo, a duplicação do cubo ou a quadratura do círculo)[25].

Destacamos que, apesar das discussões no filosofado da Companhia de Jesus possuírem fundamentos aristotélicos a ciência moderna, já figurava no ementário dos cursos superiores. No início do século XX, o conhecimento dos candidatos ao noviciado estava permeado com as questões daquele tempo. Por conseguinte, a companhia precisava estar preparada para as novas

[23] Grupos de dez alunos

[24] Ver *Ratio Stodiorum*- Seção regra para os professores de filosofia.

[25] Problemas da antiguidade que não eram possíveis serem resolvidos com instrumentos euclidianos (réguas não graduadas)

questões que os avanços das ciências traziam (física, química, biologia, geologia e astronomia). No que tangia à física, além da ciência dita newtoniana, o atomismo era um assunto de vanguarda na época. Entretanto, havia uma corrente neotomista entre os jesuítas que pediam a volta da filosofia escolástica. Adiante veremos que esse debate ganhou força na companhia através da encíclica de Leão XVIII[26] e se refletiu no jovem cientista, o Padre Roser (VALLINA, 2014).

Os jesuítas, após a restauração da ordem pelo Papa Pio VII em 1814, escreveram um grande número de livros de ciência para uso nos cursos superiores para a física, como o de Pietro Angelo Secchi[27], Lezioni elementari di fisica terrestre (Elementary lessons of terrestrial physics [1879]); Joseph Bayma[28], Elements of Infinitesimal Calculus (1889); Johann G. Hagen[29], Synopsis der höheren Mathematik (Synopsis of higher mathematics, 4 vols. [1891–1930]) (UDÍAS, 2019).

2.2.6 O magistério nas séries primárias: o início da missão apostólica dentro da Companhia de Jesus

Uma das questões deste trabalho é compreender as razões que levaram Roser a se tornar um físico. Segundo seu colega o Padre Thomas Lynch Cullen, S.J., os superiores perceberam nele uma vocação para o campo científico, desde a época do filosofado. De modo que ele foi encorajado a acreditar que sua vocação estava na ciência (CULLEN, 1967). Levando em consideração que o apostolado jesuíta no Brasil não tinha tradições científicas, qual seria então o interesse da companhia nesse destino dado a Roser, já que cada membro deve cumprir uma função na província (FRANCA, 1952)?

Nossa hipótese é pautada em duas premissas. A primeira relaciona questões políticas, no que tange o espaço social destinado à Igreja Católica nas primeiras décadas da república no Brasil. A segunda estaria vinculada as razões internas da Companhia de Jesus, em atendimento

[26] O Congresso Geral 23 (1883) pedia que em física experimental não se explique as contradições da teoria de São Tomás de Aquino. embora ele também continue a falar sobre o estudo das ciências físicas e naturais. Portanto, mantém-se o ensino das abordagens sobre os estudos da natureza, uma filosófica segundo a doutrina da renovada escolástica neotomista e a outra segundo as modernas ciências positivas.

[27] (1818-1878), jesuíta astrônomo italiano, professor de física do Jesuiten College de Loreto. Seu interesse científico estava no estudo do Sol. fonte: www.britannica.com/biography/Pietro-Angelo-Secchi

[28] (1816-1892), matemático e filosofo jesuíta. É conhecido pelo trabalho em Estero-química e metafísica da matéria. Fonte: (RICKABY, 2021)

[29] (1847-1930). jesuíta e astrônomo, trabalhou em Georgetown, suas contribuições foram as descobertas de nuvens escuras de matéria interstelar. www.britannica.com/biography/Johan-Georg-Hagen

às adaptações ideológicas e mudanças estruturais dos currículos dos cursos superiores determinadas pela constituição apostólica de Pio XI[30]. Acreditamos que a combinação desses fatores trouxe o jovem Roser à carreira científica, em que se manteve, por toda vida.

Para construirmos uma resposta para essa questão, primeiro vamos apresentar alguns aspectos do jovem professor dos colégios jesuítas, pois é nesse momento que recebe a missão de seus superiores para ter uma formação científica superior fora da companhia. Depois contextualizaremos a situação da Igreja Católica, em especial da Companhia de Jesus, nos anos de 1920 e 1930, para depreendermos as razões da missão determinada a Roser dentro da companhia.

Com o término do filosofado, os jovens jesuítas devem seguir um período de inserção da obra apostólica, essa etapa tem por objetivo contribuir para que o jovem alcance a maturidade religiosa e apostólica[31]. Roser foi então destinado ao ginásio do Colégio Santo Inácio (RJ), trabalhando entre os anos de (1931-1933) na 5ª série (Figura 2). Os professores não iniciavam seu ofício sem preparação prática, o Reitor do colégio indica um professor mais experiente para introduzir o novato na prática docente. O mestre reservava uma parte de seu tempo para lhe passar através da prática o ofício docente[32]. Não tivemos acesso a quem poderia ter introduzido ele no magistério como mestre.

Ele lecionou cosmografia, um estudo descritivo dos céus, matemática elementar, noções de ciências físicas e religião. As disciplinas haviam sido instituídas com a República, a partir de alterações na grade curricular do ensino em 1893 (VILELLA, 2000), além dos conteúdos determinados pela legislação educacional vigente. O método de ensino obedecia ao Ratio Studiorum[33], assim Roser tinha algumas outras atribuições, tais como: rezar uma oração antes de começar a aula, estimular os estudantes a frequentar as missas diárias e a pregação em dias de festas, ensinar a doutrina cristã, orar pelos seus alunos etc. Deveria solicitar trabalhos escritos para os alunos diariamente, que eram corrigidos individualmente e de voz baixa sem expor os alunos. O professor deveria, ao final da aula, escolher exemplos para serem apresentados à

[30] Pius Episcopus Servus Sevorum Dei AD Perpetuam Rei Memorian- Constitutio Apostolica *Deus Scientiarum Dominus* (1931).

[31] Idem nota 14

[32] Idem nota20, Regras do Reitor 9.

[33] Destacamos que as disciplinas que Roser ensinava não continham no *Ratio Studiourm*, pois as classes inferiores nos séculos anteriores ao XX, se baseava nas letras, contudo a metodologia jesuíta era ajustável a qualquer disciplina, assim acreditamos que a maior parte das ações eram conservadas, pois não tinham a ver com a ementa e sim com procedimentos. No caso das disciplinas científicas, o professor deveria evitar temas que fossem caros a doutrina cristã.

classe com finalidade de esclarecer a lição para toda a classe. Ele deveria elogiar publicamente as melhores respostas dadas pelos estudantes.

Figura 2: Padre Roser com alunos do Colégio Santo Inácio, 1931. Fonte: Colégio Santo Inácio.

São cerca de 50 regras a serem seguidas pelo professor, não analisaremos todas, mas por fim destacamos uma regra sobre a realização de exercícios em aula, como procedimento a ser executado, enquanto se corrige o anterior. A atividade é justificada, pois nada arrefece tanto o fervor dos alunos quanto o fastio[34].

Nesse período, Roser ainda exerceu funções acadêmicas como ser encarregado do gabinete de física (Figura 3), subordinado ao prefeito de estudos, sua função era organizar, orientar e dirigir os estudos de física auxiliando nos progressos dos alunos. Ele também exerceu atividades administrativas como ser prefeito dos semi-internatos, além disso foi responsável pelo catecismo dos funcionários.

Nesses dois anos de magistério, o jovem Roser pôde mostrar aos seus superiores suas qualidades tanto intelectuais, quanto administrativas. Segundo as regras do Ratio, o Provincial

[34] Ver nota 20, Regra do Professor de cursos inferiores 24.

deve considerar a virtude dos jesuítas para encaminhamentos de funções dentro da companhia. Somente os mais talentosos e com desenvoltura para a pregação, recebiam oportunidades para cursar teologia, e, assim, ascender dentro dos quadros eclesiásticos da Companhia de Jesus. Pelos critérios jesuítas de avaliação, Roser era acima da média e, além disso, possuía inclinações e habilidades científicas, o que provavelmente era um caso raro entre os noviços que procuravam a Casa de Formação da companhia.

No período histórico conhecido por República Velha (1889-1930), a igreja perdeu o protagonismo social e político de outrora. A nação foi considerada laica e o positivismo era a ideologia a ser seguida entre os republicanos. Nas décadas de 1920 e 1930, a cena político-social brasileira viu-se assolada por uma intensa mobilização civil, que revelava uma acentuada insatisfação com os rumos do país. Nessa atmosfera, em 1922, ocorreu a criação do partido comunista brasileiro e movimentos tenentistas nos quartéis. A intelectualidade brasileira advinha dos círculos positivistas e marxistas que ignoravam ou excluíam a igreja dos programas e soluções (BEOZZO, 1997). Segundo Salem, diante desse cenário em convulsão e sob a ameaça de ser marginalizada do processo político nacional, as cúpulas eclesiásticas e laica deslancham uma estratégia de autodefesa e se organizam dando início ao que se convencionou chamar de reação católica (SALEM, 1982, p. 2).

A pastoral brasileira entendia que o país, predominantemente católico, deveria se movimentar, iniciando um processo de recristianização da sociedade para restaurar a ordem espiritual de sua população, devolvendo-lhe assim seu equilíbrio e harmonia naturais. Uma das estratégias propostas pela cúpula da igreja é o revigoramento de laços entre os leigos e a hierarquia eclesiástica, ainda que uma estrita subordinação dos primeiros aos comandos da cúpula eclesiástica, desferissem a ação católica (SALEM, 1982, p. 3). O plano era estabelecer uma aliança entre a Igreja e a elite, nesse caso a intelectual, para a reconquista da inteligência brasileira.

Por meio de publicações para leigos católicos e eclesiásticos, como a revista A Ordem, promoviam-se estudos e discussões da doutrina religiosa, além de congregar intelectuais para ação apostólica. Os artigos, publicados nessa revista, procuravam compatibilizar fé e ciência, glorificando a filosofia tomista. O Centro Dom Vital, um importante centro de estudos católicos, com reuniões e debates em sua sede que congregavam a elite intelectual católica nesse período, foi importante para o ensino superior católico brasileiro. A partir de 1928, o movimento tem seus estatutos realinhados para finalidades de desenvolvimento de meios intelectuais legítimos, de uma cultura católica superior. Havia, nesse momento, um alinhamento direto com os desígnios da Santa Sé, cuja função da igreja nos países deveria ser cultural.

Figura 3: Gabinete de Física do Colégio Santo Inácio, 1931. fonte Colégio Santo Inácio

Fonte: Acervo do Colégio S. Inácio

Paralelamente, a Igreja, para combater o laicismo republicano e fortalecer a influência católica na sociedade, principalmente nas classes dominantes do país, que flertavam com os crescentes ideais republicanos franceses do século XIX, perpetrou algumas ações a fim de combater tais avanços contrários à fé cristã. Uma dessas ações realizadas pelos católicos, encampada pelo Cardeal Leme, foi o revigoramento dos laços com o laicato católico com o propósito de combater bases agnósticas, materialistas e positivistas. O conhecimento secular não seria desprezado pelos eclesiásticos, mas aprendidos para, em seguida, serem adequados à lógica tomista-aristotélica. Dessa forma, qualificar seus quadros eclesiásticos se tornaria premente, preparando-os para o debate público intelectual. Outro aspecto apontado por Beozzo como estratégia de fortalecer a igreja no cenário social brasileiro foi importar da Europa

missionários mais intelectualizados e racionais, que contrastavam com o catolicismo luso-brasileiro,

> O ganho do capitalismo europeizado [...] vai se dar justamente no seio das elites também europeizadas, e entre elas abaladas pela guerra e pelo fim dos progressos da racionalidade capitalista e liberal, que a igreja vai colher uma série importante de homens de letra, homens de Estado, diplomatas e **científicos**. Muitos retornam à fé de sua infância e de seus pais (BEOZZO, 1997, p. 279, grifo nosso).

O argumento apresentado acima esclarece parcialmente a presença de Roser e outros estrangeiros na Companhia de Jesus brasileira nas décadas iniciais do Séc. XX. A necessidade de dialogar com as elites fez com que a Igreja, em especial a Ordem dos Jesuítas, que tinha uma missão apostólica através da educação, de preparar seus quadros internos para a celeuma entre o positivismo laico e o catolicismo tomista, cuja pretensão de mostrar que a igreja não era anticientífica e de que a filosofia tomista seria uma poderosa arma contra os postulados materialistas e positivistas (Figura 3).

A criação de uma instituição superior católica de ensino surge dentro desse movimento de cristianizar as elites intelectuais brasileiras. Uma das primeiras universidades brasileiras, a Universidade do Rio de Janeiro, foi criada em 1920, local de formação dos intelectuais brasileiros, mas para os católicos local de disseminação cultural do positivismo e do marxismo.

Em 1931, já na Era Vargas, regime que estabelece apoio e cooperação com a Igreja (SALEM, 1982), o ministro Francisco Campos cria, por meio de decreto[35], a Faculdade de Educação, Ciências e Letras, que junto com mais dois institutos superiores (medicina, engenharia e direito) poderia congregar uma universidade (ROTHEN, 2008). De acordo com Salem (1982), esse ponto do decreto era o que mais se aproximava da ansiada faculdade de filosofia e teologia para a elite intelectual católica. Em 1934, no primeiro Congresso Católico de Educação, surge a semente do que viria ser a Universidade Católica na década seguinte, apoiada e subordinada à Santa Sé e ao episcopado brasileiro, independente do Estado, conservando o direito de ajuda monetária. Em 1940, a Companhia de Jesus fica responsável pela direção pedagógica e administrativa das Faculdades Católicas (bacharelado em direito e filosofia, história, geografia e pedagogia). A universidade católica surge com a criação da Escola Politécnica, em 1947 (SEGENREICH, 2011).

Desde 1884, uma defesa aberta da manutenção dos estudos científicos na formação dos jesuítas, foi feita pela comunidade belga. Em 1921, Theodor Wulf (1868-1946), alemão e

[35] Decreto-lei n. 19.851, 11/04/1931.

importante físico jesuíta que trabalhava com radioatividade atmosférica também considerado como descobridor dos raios cósmicos, defendeu o ensino de ciências nos filosofados. Mesmo com um movimento pró-ciência dentro da companhia em alguns países, o Congresso Geral 27 (1923) determinava que tanto a filosofia quanto a teologia seguissem pelo caminho tomista-aristotélico e que se evitassem doutrinas perigosas. Somente em 1931, o Papa Pio XI, na constituição apostólica, Deus Scientiarum Dominus, estabelecia novos programas de filosofia e teologia. Em 1934, criou-se a disciplina questões científicas que abordaria o conhecimento científico relacionando-o com a filosofia. Os jesuítas adaptaram ao programa de ensino colocando tópicos como a estrutura da matéria, a origem do universo e a evolução biológica (UDÍAS, 2019). A ciência não era apresentada no sentido estrito, mas sob perspectiva filosófica. Dessa forma, com o passar do tempo o ensino das ciências e matemáticas, com rigor científico, foi desaparecendo da formação jesuíta nos filosofados (VALLINA, 2014).

O avanço das ciências no início do Séc. XX exigia atualização recorrente dos jesuítas para dar conta de se colocar de forma ampla nos debates científicos-filosóficos da época. Assim, uma formação mais completa nesses campos de conhecimento, o jesuíta só conseguiria fora dos filosofados, em universidades seculares ou da própria Companhia de Jesus, o que era mais preferível pelos seus superiores. Vallina (2014) revela que essa possibilidade só estava disponível para aqueles que fariam parte do corpo docente da companhia. Os estudos se realizavam, em geral em concomitância com a teologia, mas podia ser realizado em sequência. Veremos mais adiante que esse itinerário foi cumprido pelo jovem Roser, que fez sua complementação de estudos no seu país natal.

Tomando as informações trazidas acima, conjecturamos que o jovem Roser, europeu, com habilidades em ciências, avaliado como uma pessoa de ação pelos seus superiores[36], então no magistério, ensinando as disciplinas de cosmografia, ciências físicas e naturais, matemática e religião, no ginásio do Colégio Santo Inácio (RJ), onde também exercia funções administrativas, como ser prefeito do semi-internato, auxiliar encarregado do gabinete de física, e catequista dos funcionários, seria também a pessoa a cumprir a missão de se tornar um representante jesuíta no campo das ciências, para cumprir as demandas que os anos 1930 impuseram a companhia. Primeiro, ter no quadro um especialista ciências versado na ciência moderna, nesse caso a física, para ocupar a posição do professor da disciplina de questões científicas; segundo, a criação dos cursos superiores da Igreja Católica, que tinha em vista uma faculdade de filosofia que pudesse discutir ciência a partir de uma perspectiva tomista; o que,

[36] Documento de avaliação pessoal.

finalmente, vai levar Roser a receber a missão de criar um instituto de ciências em 1947 na Universidade Católica.

2.3 UNIVERSIDADE DE VIENA (1933-1935)

A decisão pela formação científica de Roser por interesse de seus superiores, o fez regressar à Áustria após uma década no Brasil, estudando e servindo a Companhia de Jesus. A formação em física só passaria a existir no Brasil, em 1934 com a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (FFCL-USP) (COSTA RIBEIRO, 1955).

A práxis da companhia seria enviar seus mais talentosos membros para formação teológica em instituições católicas europeias. A província brasileira mantinha uma conexão com a Universidade de Innsbruck, Tirol, para onde já havia enviado, por exemplo, o Padre Paulo Bannwarth (1888-1975)[37] para o curso de teologia, no início da década de 1920. Ele foi responsável pela vinda de Roser para o Noviciado de Friburgo. Ressaltamos que o Padre Bannwarth era o Provincial do Rio de Janeiro (1927-1933), portanto foi ele o responsável pela decisão de encaminhar Roser para a trajetória científica. A relação entre os dois era bem estreita, o Padre Bannwarth parecia ter muito carinho pelo pupilo. Em seus documentos depositados nos Arquivos da Cúria dos Jesuítas, Rio de Janeiro, encontramos em seus poucos pertencentes uma foto dele com Roser, provavelmente nos anos 1940 (Figura 4).

Havia uma longa tradição de excelência científica na Áustria, particularmente no campo da física desde o século XIX. Pertenceram à Academia de Ciências Austríaca (fundada em 1847), o físico Christian Doppler (famoso por seus estudos sobre o 'efeito Doppler') e os ganhadores do Prêmio Nobel Julius Wagner-Jauregg (um especialista no tratamento da malária), Victor Franz Hess (físico que descobriu a origem dos raios cósmicos) e Erwin Schrödinger (físico teórico considerado o pai da mecânica quântica moderna). O físico e filósofo austríaco Ernst Mach influenciou profundamente Einstein em sua teoria da relatividade e a cultura científica austríaca, em particular o centro da atividade científica na Universidade de Viena. O Círculo de Viena – um grupo de filósofos e cientistas que se reuniram regularmente de 1924 a 1936 – foi formado na universidade. O propósito era debater as grandes questões científicas da época, por meio de uma posição filosófica conhecida por positivismo lógico. A matemática e a lógica eram a base da doutrina que defendiam, pois permitiam que o pensamento

[37] Exerceu muitos cargos de importância dentro da companhia, um deles o de Reitor da PUC (1948 -1951).

se estruturasse de forma mais precisa, fornecendo regras de linguagem fundamentais para formulações científicas (COEN, 2007; HAHN, NEURATH, CARNAP, 1986).

Figura 4: Padre Bannwarth e Padre Roser.

Fonte: acervo da Cúria dos Jesuítas do Rio de Janeiro.

Num outro campo, o pensamento metafísico e teológico também coexistia em outros grupos de intelectuais. Em 1935, Jaques Maritain publica a obra A Filosofia da Natureza, visando contribuir com a celeuma entre filosofia e ciência estabelecida no início do século XX. Para tanto, ele utiliza a fundo o equipamento filosófico elaborado pela tradição tomista, desde Aristóteles até São Tomás, em cuja validade fundamental ele crê (CHAMMING'S, 2003). Veremos mais em seções posteriores que Maritain exercerá uma influência na visão filosófica de Roser sobre a ciência, sua prática e finalidade da ciência.

Roser retornou à Áustria no ano de 1934, ficando hospedado na Universitatplatz, no centro de Viena, uma comunidade de jesuítas[38]. O começo de seus estudos em física foi na

[38] Catalogus Viceprovinciae Brasiliae Centralis_Societatis Iesu_1934_p.21 _Acervo da Cúria dos Jesuítas do Rio de Janeiro.

Universidade de Viena, no instituto dirigido por Egon Ritter Von Schweidler (1873-1948), importante físico austríaco do campo da radioatividade, um habilidoso físico experimental e uma autoridade no campo da eletricidade atmosférica, membro da Academia de Ciências Austríaca (PANETH, 1949). Schweidler iniciou Erwin Schrödinger na prática experimental nos tempos em que era assistente na Universidade Viena, um aprendizado que levaria o assistente a compreender o problema da medição na observação direta (GRILLPARZER, 2021).

Roser ingressa no Physikalisches Institut (Instituto de Física) num período de mudanças estruturais na natureza da própria instituição. A física teórica, que no fim século XIX esteve representada por Ludwig Boltzmann, nos anos de 1920 perdeu espaço entre o grupo de cientistas (REITER, 2015). Na nova reorganização a cadeira de física experimental, ganha destaque na formação de físicos e professores de ciências naturais com foco na atividade de pesquisa. Em 1935, o instituto incorporou as duas linhas acadêmicas (teórica e experimental) em sua organização estrutural. O período de 1920 a 1938 é caracterizado por violentas disputas sobre a distribuição de salas e recursos entre os cientistas no instituto (REITER, 2015).

O matemático Philipp Furtwängler (1869-1940) foi professor de Roser no mesmo período. Com cursos e aulas disputadas, o professor, cadeirante com paralisia, precisava de assistente para transpassar as anotações para a lousa. Sua área de interesse era teoria dos números. Aos 61 anos, deu sua prova do nono problema de David Hilbert, problema de matemática pura que muitos dos principais algebristas da época não conseguiram resolver. Dentre seus alunos notáveis estava Kurt Gödel, o qual lhe deve a troca da física pela matemática (O'CONNOR; ROBERTSON, 2015).

A passagem de Roser pelo Physikalisches Institut apresenta uma característica marcante dele: atenção aos acontecimentos de seu tempo e a predisposição para se colocar diante de pessoas influentes em suas áreas de atuação. Ao longo de todo este trabalho sinalizaremos esse traço de sua personalidade.

Roser poderia ter ido direto para Innsbruck, cursar teologia, para depois fazer uma complementação de estudos em física, como a maioria dos jesuítas faziam em outras áreas, conforme explicado por Vallina (2014). Contrariando essa lógica, Roser passa dois anos em Vienna, o centro científico-filosófico e intelectual do país, um dos mais importantes daquela época na Europa. Porque ele sabia que para desempenhar bem a função que seus superiores o haviam confiado precisaria de uma formação mais completa. Outro traço da personalidade dele seria a entrega total aos projetos pessoais e institucionais. Àquela altura, Roser sabia que iria se doutorar após a formação em teologia, destino comum aos escolhidos pelos Padres Provinciais.

Em relação ao seu aprendizado, disciplinas como mecânica, termodinâmica, física estatística, eletrodinâmica, física de cristais, teoria das cores e a radioatividade faziam parte da ementa dos cursos (REITER, 2015). A radioatividade, assunto em que Schweidler era especialista, influenciou Roser, que optaria por essa área em seu doutoramento, com Victor Hess, e futuro campo de trabalho no Brasil. No âmbito da matemática, Roser estudou as aulas de cálculo diferencial, álgebra e teoria dos números, disciplinas ofertadas na universidade (O'CONNOR; ROBERTSON, 2015).

2.4 UNIVERSIDADE DE INNSBRUCK: O DOUTORAMENTO COM VICTOR HESS (1936-1938)

A física na Universidade de Innsbruck inicia em meados do século XIX, em uma linha de física teórica na faculdade de filosofia, por influência de físicos vienenses (Stefan, Mach e Boltzman). Ferdinand Peche (1820-1898) foi o primeiro físico da universidade sem muito destaque no cenário científico de sua época. O segundo a ocupar a cátedra foi Anton Wassmuth (1844-1927), aluno de Ernest Mach, ficou conhecido por sua publicação sobre mecânica estatística e seus experimentos sobre o efeito da pressão sobre fenômenos eletromagnéticos. Nos anos 1920, a universidade tentou trazer Erwin Schrödinger, mas por questões burocráticas as tratativas não avançaram e em seu lugar assumiu Arthur March (1891-1957), um dos professores mais populares do instituto, e que buscou parcerias e trabalhos com Victor Hess e Schrödinger (CAP, 2009).

2.4.1 Algumas notas sobre Victor Hess

Ganhador do Nobel de Física em 1936, Victor Franz Hess[39] (Figura 5) chegou a Innsbruck para suceder Egon Von Schweidler, no início da década de 1930. Schweidler, que veio da escola vienense, em 1926 trocou Innsbruck por Viena. Ele era altamente estimado por especialistas, por sua interpretação da lei de decaimento radioativo[40]. Hess e Schweidler se

[39] Victor Franz Hess, austríaco, ganhador do prêmio Nobel de 1936 dividido com Carl Anderson pela descoberta dos raios cósmicos. Ele introduziu Roser nas pesquisas sobre a radiação cósmica.

[40] O decaimento radioativo proposto por E. Von Schweidler, em 1905, supõe que o decaimento de um núcleo radioativo está sujeito às leis da probabilidade, e que a probabilidade de que um núcleo decaia num certo intervalo de tempo é independente da história passada do núcleo e é a mesma para todos os núcleos do mesmo tipo. (KAPLAN, 1962)

conheceram no Institut für Radiumforschung[41], em 1906, anos antes da descoberta da origem dos raios cósmicos por Hess, seis anos depois. Nesse período, Hess desenvolveu pesquisas em eletricidade atmosférica e radioatividade.

Figura 5: Victor Franz Hess, Fonte: Victor F. Hess - Biographical (nobelprize.org)

.

Na Primeira Guerra Mundial, Hess era chefe do departamento de raio-X de um hospital de reserva, onde ele determinou com precisão o número de partículas alfa emitidas por 1 grama de rádio por segundo e foi o primeiro a aplicar à contagem de raios gama na câmara de Rutherford-Geiger. Em 1920, ele realizou um trabalho em aplicações médicas de rádio e métodos para determinar o teor de rádio dos minérios, também a purificação da emanação de rádio. Após esses trabalhos, Victor Hess retorna à eletricidade atmosférica e publica textos científicos sobre o tema. Em 1931, Hess foi nomeado para a Universidade de Innsbruck.

[41] Instituto de Pesquisa Radioativa [tradução livre]

Os anos de Victor Hess em Innsbruck foram marcados por duas operações médicas: uma amputação do polegar por manuseio do rádio e uma operação laríngea, da qual permaneceu uma constante rouquidão. Logo após a ocupação da Áustria pela Alemanha nazista, Hess foi aposentado pela primeira vez e em setembro de 1938 demitido sem aviso prévio por razões políticas e forçado a converter o Prêmio Nobel, que ele havia recebido na Suécia por certificados do Tesouro do Reich alemão. Como cientista cosmopolita e católico ativo, Hess nunca fez segredo de sua rejeição ao Nacional Socialismo. Sua esposa era judia. Ele emigrou para os EUA, onde imediatamente encontrou um novo campo de atividade na Universidade Fordham, em Nova York, uma instituição católica (STEINMAURER, 1985).

2.4.2 Victor Hess e as pesquisas em raios cósmicos

Flutuações na condutividade elétrica atmosférica conhecidas desde 1900 deram início às pesquisas em raios cósmicos. Conhecer a procedência da fonte de ionização logo se tornaria um campo de pesquisa promissor, que levaria cientistas a novas descobertas e à abertura de novos campos de pesquisas, como o da física de partículas elementares. Em 1911, a área de pesquisa sabia que nem toda radiação penetrante advinha de substâncias radioativas do solo, e que ocorria uma certa diminuição da ionização com o aumento da altitude. A constatação fora feita pelo físico jesuíta Theodore Wulf em experimento realizado na Torre Eifel, em 1910, assim ele conclui: Os experimentos realizados até agora exigem uma fonte diferente de radiação gama nas camadas de ar mais altas ou uma absorção muito mais fraca pelo ar do que se supunha anteriormente." (PFOTZER, 1985). A partir de um voo de balão (4500 m), em 1909, Albert Gokel (1860-1927) detectou uma diminuição da ionização com a altitude, numa expectativa que a radiação emanaria do solo.

Esse era o panorama geral quando Hess, então assistente no instituto de pesquisas radioativas, se interessou pelo problema. Após se introduzir no assunto, levantou duas hipóteses para a queda da ionização com a altitude: haveria outra fonte de ionização para além das rochas terrestres; a absorção de raios gama poderia ser mais lenta do que se pensava. De acordo com seu colaborador em Innsbruck, Steinmaurer (1985), ele decidiu empreender investigações com seus próprios instrumentos. Mediu com precisão a absorção dos raios gama no ar, para identificar a altitude a eficácia dessa radiação para a ação ionizante. Conclui que os raios gamas são quase completamente absorvidos a 500 m do solo. O passo seguinte foi a construção de um aparelho de ionização do ar, que pudesse ser transportado em balões, equipado com mais de um eletrômetro com boa resistência as variações de temperatura e pressões, com configurações

similares as de Wulf. Foram feitas dez medidas entre os anos de 1911-1912, metade delas realizadas à noite. Uma delas foi realizada no eclipse solar de 1912. A análise dos dados o fez chegar a resultados e conclusões inéditas. Hess constatou que até 500 m de altura do solo a radiação gama diminuía cerca de duas vezes em relação às medidas do solo. A partir de 1500 m, a radiação medida era igual à do solo, e à medida que a altitude aumentava igualmente os níveis de ionização também aumentavam. Em 5 000 metros de altura a radiação medida era de 16 vezes a do solo. Não foi observada nenhuma diferença entre os valores anotados diurnos e noturnos. A conclusão foi de que nenhuma amostra radioativa na terra poderia produzir mais que 1/20 do efeito observado a uma altitude de 1 a 2 km. De acordo com o próprio Hess, a propriedade penetrante da radiação deveria vir do espaço, sem apontar sua origem:

> A única maneira possível de interpretar minhas descobertas experimentais era concluir a existência de uma radiação até então desconhecida e muito penetrante, vindo principalmente de cima e provavelmente de origem extraterrestre (cósmica). O extraordinário poder penetrante dessa radiação poderia ser derivado do fato de que sua ação ionizante era mesmo perceptível no nível do mar, depois de ter penetrado toda a atmosfera da qual a massa é equivalente a uma camada de 76 centímetros de mercúrio ou 10,5 metros de água[42] (HESS, 1940).

As medidas de Hess foram confirmadas por Kolhörster em 1913/14, em voos entre 5000 a 9000 m de altura, confirmando o aumento dos valores de ionização obtidos anteriormente. A descoberta de Hess inicialmente recebeu pouca atenção, apenas em um círculo estreito. A Primeira Guerra Mundial contribui para que a nova descoberta não circulasse em outros círculos científicos. Naquele tempo, o conhecimento sobre o novo campo de pesquisa era incipiente, e que as descobertas levariam à física de partículas de alta energia e elementar.

Em 1921, a partir de estudos de astrofísica realizados em Berlim, por Walter Nernst[43] (1864-1941), começou-se a busca pela intensidade da radiação penetrante máxima que poderia corresponder a certas regiões do céu por conta das emissões de estrelas. Em seu trabalho, ele expressou a ideia de que a radiação penetrante poderia ser emitida em certos tipos de estrelas durante o decaimento dos núcleos transurânicos. No entanto, os sinais de tal descoberta não puderam ser confirmados. Mais tarde, depois que sua natureza de partículas foi reconhecida, foi nomeada de “ultra radiação cósmica", e por volta de 1926 passou a ser chamada de raios cósmicos (BHATTACHARYA *et al*., 2013); em 1940, Hess passa adotá-la também (STEINMAURER, 1985).

---

[43] Físico-químico alemão

2.4.3 As pesquisas na Universidade de Innsbruck (1926-1937)

A chegada de Hess em Innsbruck foi circunstancial, por ocasião de suas pesquisas sobre a variação temporal da radiação cósmica. Ele havia feito medidas em Sonnblick (3100 m), quando era professor titular da Universidade de Graz, em 1927. Apesar do aporte da universidade, as medidas que conseguiu foram irregulares (SCHUSTER, 2013). Hess também não conseguiu estabelecer uma relação com o período estelar. Com base no relato de seu assistente na época, Steinmaurer (1985) as condições do monitoramento anual na região não eram favoráveis: "Observações nas altas montanhas foram associadas a um esforço considerável naquela época, uma vez que ainda não havia estradas para os vales altos e nenhuma ferrovia adequada ao trajeto montanhoso[44]" (STEINMAURER, 1985, p. 24).

Ele ainda nos conta que Hess decidiu continuar a pesquisa, mas precisou mudar de equipamento e também de lugar aproveitando as condições que o Estado lhe oferecia.

> Hess, portanto, decidiu continuar as medições em relação à pequeníssima flutuação com um aparelho de maior precisão [...]. Para a instalação de um aparelho tão maior e mais pesado, a [montanha] Sonnblick era inadequada devido à sua difícil acessibilidade. A [montanha] Zugspitze mais facilmente acessível (2963 m) parecia mais barato. Mas a escolha caiu sobre o Hafelekar perto de Innsbruck, que pode ser alcançado a partir da universidade de teleférico em menos de uma hora. O Ministério da Educação Federal da Áustria havia criado um "Instituto de Pesquisa Radioativas" na Universidade de Innsbruck, para o qual Hess foi nomeado membro do conselho[45] (STEINMAURER, 1985, p. 25).

Victor Hess assumiu o cargo na Universidade de Innsbruck em 1931, um modesto instituto com três salas, todos os equipamentos básicos faltavam. Ele contava com a assistência de Steinmauer e Priebsch, de um mecânico disponível dois dias por semana, sem funcionários para a realização de questões burocráticas. Hess levou, de Graz, aparelhos de radiação fabricados pelo colega Werner Kolhörster[46] (1887-1946), alguns dispositivos para medições de eletricidade atmosférica.

Hess veio com grandes planos. Desejava construir um edifício no Hafelekar, com espaço para um observatório meteorológico. Mas, como os fundos foram insuficientes, montou-se um

[44] Tradução livre do alemão feita pelo autor da tese.

[45] Tradução livre do alemão feita pelo autor da tese.

[46] Físico alemão, reproduziu os experimentos de Victor Hess nos anos de 1913-14 em elevadas altitudes, confirmando as medidas.

pequeno laboratório na “Casa de Acomodação Hafelekar” (Figura 6). Havia a disponibilidade de eletricidade. Porém, no inverno, o abastecimento de água deveria ser feito por meio do teleférico da Estação Montanhosa.

Segundo Steinmaurer, com o apoio financeiro da Academia Austríaca de Ciências entre outras instituições, Hess foi capaz de adquirir um “Aparato Padrão Steinke[47]” (Figura 7). Isso consistia em uma câmara de ionização de 22,6 l preenchida com 10 bar CO_2, um eletrômetro Lindemann com registros a cada hora.

Victor Hess colocou em prática um antigo projeto idealizado em 1913 sobre observações simultâneas com aparelhos semelhantes. Assim, em colaboração com E. Steinke, W. Kolhörster entre outros, criaram-se seis estações de observações de raios cósmicos na Europa (Suécia, Áustria, Alemanha, Irlanda), Asia (Indonésia) e na África (África do Sul). As pesquisas no Monte Hafelekar começaram em 1931.

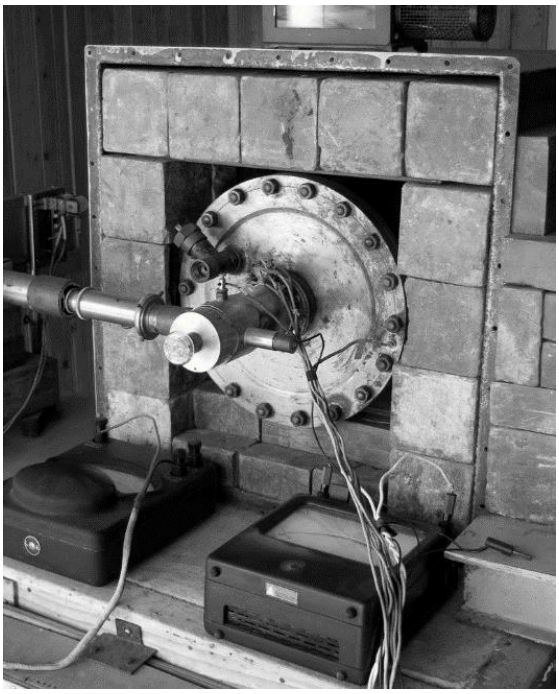
Nos anos iniciais das pesquisas no Hafelekar, o resultado dos registros mais relevantes obtidos com o aparelho Steinke foi a prova da existência de uma flutuação diária regular de acordo com o horário local (STEINMAURER, 1985). Hess também usou uma câmara de Wilson para estudos dos efeitos biológicos dos raios cósmicos (SCHUSTER, 2013).

No decorrer do período em Innsbruck, Hess também recebeu apoio da Fundação Rockfeller. Os recursos serviram à aquisição de equipamentos para o laboratório. Entre os objetivos científicos estavam o rastreio e a análise das constantemente as variações temporais da radiação, obtidas em relação ao tempo local, e investigar a relação entre as flutuações da intensidade de radiação cósmica com a temperatura externa, o campo magnético da Terra e as atividades solares. Em palavras do próprio Hess, seu projeto em Innsbruck estaria vinculado a um monitoramento de longo prazo, focado nas atividades físico-químicas do Sol: Eu esperava realizar um estudo completo das variações de tempo da radiação cósmica durante um ciclo completo de manchas solares (11 anos) (HESS, 1940). Contudo, por questões alheia às suas vontades, como o avanço do nazismo, o projeto não pôde ser concluído.

[47] Projetado por E. Steinke, um assistente de G. Hoffmann, o equipamento era um dos mais precisos de sua época. Vale ressaltar que os cientistas nesse tempo construíam seus próprios equipamentos ou aperfeiçoavam os existentes para determinados estudos.

Figura 6 - Instituto de Pesquisas Radioativas, Monte Hafelekar.[48]
Fonte: Cosmic Ray Observatory – University of Innsbruck (uibk.ac.at)

Figura 7: Câmera tipo Steinke,



.

[48] Instituto de Pesquisas Radioativas, Monte Hafelekar, Tirol, Innsbruck, Áustria, dirigido por Victor Franz Hess de 1931-1937. Roser realizou suas primeiras pesquisas sobre raios cósmicos neste laboratório tendo que subi-lo diariamente para realizar as medidas para sua tese de doutorado.

Steinmaurer (1985) destaca também, entre os estudos realizados no Hafelekar, os experimentos sobre os efeitos biológicos da radiação com apoio do médico suíço J. Eugster (1891-1974). O objetivo era avaliar os possíveis efeitos biológicos da radiação cósmica. Porém, por causa da intensidade muito baixa da radiação cósmica, os experimentos eram de difícil realização. As observações precisavam serem estendidas por um longo período de tempo com dificuldade de interpretação. A conclusão do estudo indicava efeitos biológicos observáveis (TOBIAS, 1951).

Sabe-se, a partir de Schuster (2013) e Steinmaurer (1985), que Hess deixou Innsbruck em maio de 1937 e assumiu o Instituto de Física de Graz como sucessor de H. Benndorf[49](1870-1953). O laboratório Hafelekar, especialmente o registro da intensidade da radiação, foi continuado por Rudolf Steinmaurer (1903-1999), que também ocupou o papel de professor de física experimental da universidade (KUNH, 2000).

Em 1936, Victor Hess é laureado com o prêmio Nobel, compartilhado com o americano Carl Anderson[50], pela descoberta da origem da radiação cósmica. Em 1937, retorna para a Universidade de Graz. Devido a anexação da Áustria à Alemanha em 1938, e de sua esposa ser judia, Hess aceita uma posição como professor da Fordham Universty, em Nova York, EUA, retirando-se de vez da Áustria.

2.4.4 Kosmische Ultrastrahlung[51]: Roser e as pesquisas com Hess (1936-1938)

Com base no contexto apresentado nas seções acima, o caminho natural de Roser seria o campo da radioatividade. Como podemos ver, parte do círculo científico austríaco e alemão estava interessado pelo estudo da radioatividade, em especial da eletricidade atmosférica, que levara o próprio Victor Hess à descoberta da radiação gama de origem extraterrestre.

Cabe aqui ressaltar que a descoberta de Hess foi estimulada pelos estudos de um jesuíta, o físico Theodor Wulf, já mencionado, interessado nos fenômenos de ionização atmosférica (HESS, 1940). Na década de 1920-30, os americanos também passaram a se dedicar aos estudos de radiação cósmica aplicando novas metodologias e obtendo novos resultados, fazendo avançar esse campo de investigação. Em 1928, os contadores Geiger-Muller foram introduzidos nos estudos de radioatividade cósmica possibilitando respostas rápidas. No ano seguinte,

[49] Físico austríaco, pesquisador de eletricidade atmosférica e sismologia.

[50] Em 1932, ele descobriu o pósitron.

[51] Raios ultra cósmico

pesquisas com câmaras de nuvens mostraram pela primeira vez os traços da radiação cósmica. Em 1932, a descoberta do pósitron, por Anderson, e do efeito de latitude, por Compton[52] (1892-1962), ampliaram o campo de pesquisa (BHATTACHARYA *et al*., 2013).

É nesse contexto que Roser começa seus estudos em Viena, para depois partir para Innsbruck e concluir os estudos em física com Hess, em concomitância com o de teologia. Pensamos que o curso realizado no Physikalisches Institut, dirigido por Egon Von Schweidler, lhe direcionou para pesquisas em radiação cósmica. O diretor e Hess, já haviam trabalhado juntos no Institut für Radiumforschung[53], em 1906, e se mantiveram em colaboração em outros projetos de medições simultâneas realizados em 1913, Hess, Schweidler, Wulf, Dorno e Bennorf (JOUAUST *et al*., 1914; HESS, 1940).

Em 1935, Roser segue para Tirol para cursar teologia, no colégio dos jesuítas, localizado em Innsbruck (1935-1938)[54], e para continuar seus estudos de física na universidade homônima. Segundo Cullen, esse período foi de muito estudo e trabalho para o Padre Roser, pois dedicava todo tempo à dupla atividade de assistir às aulas e estudar a matéria dada nessas duas faculdades (CULLEN, 1967).

Com a chegada de Hess, o campo dos estudos em física se dividiu em três institutos: o de física, radiação e eletrotécnico. O espírito acadêmico remontava uma tradição positivista da aplicabilidade do conhecimento para fins práticos, iniciada pelo professor jesuíta Ignaz Weinhart S.J.[55] (1705-1787). Após o retorno de Victor Hess para Universidade de Graz em 1937/38, o Instituto de Pesquisa em Radiação foi dissolvido e o Instituto de Pesquisa em Radiação ficou sob os auspícios do Instituto de Física (DENOTH, 2014).

Com base no anuário da Universidade de Innsbruck (1935-1938), dentre as disciplinas cursadas por Roser estão as teorias das funções, topologia, cálculo diferencial e integral, geometria projetiva. Destacamos a presença no corpo docente do Instituto de Matemática, de Leopoldo Vietoris (1891-2002), até os 103 anos de idade, esteve intelectualmente ativo. Sua área de interesse era a topologia. As cadeiras realizadas no campo da física seriam: física experimental, mecânica, eletricidade e magnetismo, para físicos, químicos e naturalistas; física moderna, equipamentos e medidas físicas, problemas de ultra radiação, para físicos e geofísicos; e tecnologia de rádio. Destacamos os professores Victor Hess, Frederich Von Lerch

[52] Físico estadunidense, descobridor do efeito denominado de compton

[53] Instituto de Pesquisas Radioativas

[54] Catalogus Viceprovinciae Brasiliae Centralis_Societatis Iesu_1935-38_Acervo da Cúria dos Jesuítas do Rio de Janeiro.

[55] Austríaco, físico e matemático fundador da física experimental na Universidade de Innsbruck.

(1878-1947), diretor do Instituto de Física; seu campo de pesquisa era a radioatividade, Arthur March (1891-1957), cuja área de especialidade era a mecânica quântica, Robert Sonvico (1887-1849), engenheiro elétrico e professor de física experimental e Rudolph Steinmaurer, que fora, assistente de Hess, com a saída do chefe para Graz assume posto como professor de ultra radiação (INNSBRUCK, 1934-38).

A jornada de estudos não foi fácil para o futuro sacerdote jesuíta. Fazer os dois cursos de forma concomitante requereu dele muito empenho, mesmo assim não conseguira terminar os dois cursos simultaneamente. Terminou primeiro o de teologia, e ficou mais um semestre para terminar algumas disciplinas de física e defender a tese. Esse descompasso no andamento dos cursos foi causado pelos problemas de saúde, como reumatismo, que o acompanharam por toda sua vida. O término do curso de teologia foi, de certo modo, um alívio para ele, que estava sobrecarregado com as tarefas dos dois cursos. Assim pode se dedicar integralmente aos estudos da física.

> Acabei há dois dias o exame de teologia, pondo um ponto final a todo curso. Quase me parece incrível se eu me lembro de tantos apertos e desânimos pelo que tive de passar durante todo o meu tempo de formação. Coisas todas devidas ao estado de minha saúde e mais ainda à disposição de ânimo e a minha constituição hesitante.
> Dos dois exames de física, pude acabar um, o mais fácil, com bastante sorte, de modo que me sinto animado a encetar o estudo sem demora para preparar o segundo e último que ainda falta. Consistindo este de três matérias e não tendo eu podido me aprofundar nelas como convinha durante todo esse tempo de teologia é mesmo bem necessário para mim ter todo esse tempo de férias para me por mais ou menos em condições de apresentar-me sem medo aos professores depois delas.[56]

Cabe aqui destacar, a anexação da Áustria pela Alemanha, fato histórico conhecido como Anschluss[57], o que acabou provocando o exilio de Victor Hess para os EUA. A partir desses acontecimentos, algumas mudanças na rotina universitária em Innsbruck ocorreram que colaboraram para o prolongamento do retorno de Roser ao Brasil. Conforme explicado pelo próprio, em carta ao Provincial:

> Um contratempo, porém, também não pode faltar aqui. Com a entrada do novo estado de coisas [Anschuluss] acabaram de mudar, como tudo o demais, também os prazos dos semestres e das férias. Tendo sido encetado antes do semestre de inverno para princípio do mês de outubro, foi esse agora conforme aviso dos últimos dias adiado para princípio de novembro de modo que não me será possível prestar o exame antes sendo que antes dessa época não há possibilidades para reunir uma banca examinadora. Há uma vantagem nisso é que assim preparo a coisa com toda a calma podendo aproveitar ao mesmo tempo os lazeres que sobram para por em dia as outras

[56] Carta de Roser para o P. Provincial, Innsbruck, 03/07/1938.

[57] Palavra do idioma alemão que significa anexação.

> matérias recomendadas por V. Rev. que na hipótese primeira teriam ficado para depois do exame.[58]

Na sequência desta seção, abordaremos o trabalho que Roser desenvolveu em seu doutoramento, na Universidade de Innsbruck, sobre a ultra radiação cósmica monitorada a partir da estação do Monte Hafelekar de 1936 a 1938.

2.5 INVESTIGAÇÕES SOBRE A ULTRA RADIAÇÃO CÓSMICA DURANTE O HAFELEKAR EM 1937

As atividades de Roser relacionadas à radiação cósmica começam com sua pesquisa no final de 1936, em seu doutoramento na Universidade de Innsbruck, concluído no final de 1938, e duram um pouco mais de uma década, período no qual escreveu três artigos relacionados, com esse tema. Nesta seção, vamos abordar o seu primeiro programa de pesquisa, que dará origem a dois artigos que foram publicados nos Anais da Academia Brasileira de Ciências (ROSER, 1941) e nos anais do Simpósio Internacional de Raios Cósmicos (ROSER, 1941), ambos de 1941. Nossa investigação se inicia com partes da tese defendida por ele em Innsbruck, (Figura 8), obtida pelo meu orientador por meio do historiador da ciência austríaco Peter Maria Schuster (1939-2019), que dedicou os últimos anos de sua a vida à história da física austríaca (Doppler, Mach, Hess, Boltzmann e Stefan)[59]. O documento enviado não veio completo, apenas constavam a introdução, a descrição experimental e as considerações finais, sem figuras e os dados obtidos na investigação. Contudo, cruzando as informações da tese com os trabalhos publicados nos Brasil, após seu retorno, pudemos ver que se tratava de desdobramentos da pesquisa original. Isso nos permitiu reconstituir, em partes, o trabalho inicial.

Num esboço biográfico realizado por ocasião de sua morte, o amigo e colaborador Pe. Cullen nos relata as circunstâncias da pesquisa realizada por Roser no Hafelekar, revelando uma rotina de sacrifícios para a obtenção dos dados para a conclusão de sua investigação no programa do Instituto de Pesquisas Radioativas da Universidade de Innsbruck.

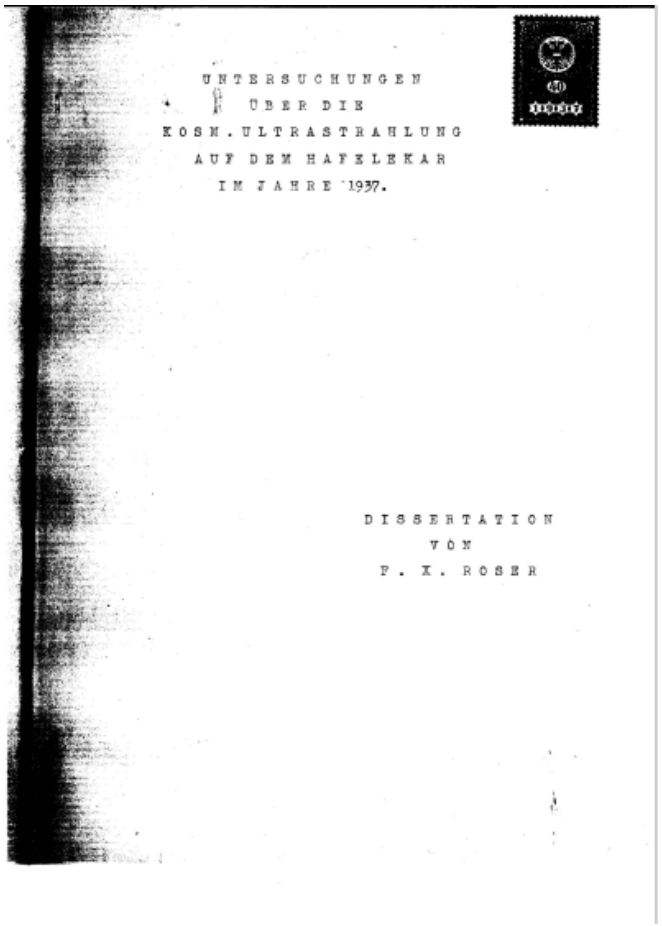
---

[58] Idem a nota 56

[59] Victor Franz Hess Gesellschaft (victorfhess.org)

> Todos os dias tinha que subir até ao topo de Monte Hafelekar, andando às vezes sobre caminhos onde a neve atingia alguns metros de espessura. Pacientemente recolhia dados sobre as variações dos raios cósmicos em relação à temperatura e à pressão barométrica, às horas do dia e às horas do ano (CULLEN, 1967).

Figura 8: Capa da tese defendida por Roser na Universidade de Innsbruck sob a orientação de Victor Hess.


UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE
KOSM. ULTRASTRAHLUNG
AUF DEM HAFELEKAR
IM JAHRE 1937.

DISSERTATION
VON
F. X. ROSER

Cullen, ao resumir as atividades realizadas pelo colega, nos fornece um pouco dos objetivos da pesquisa. Sua rotina de levantamento de dados era imprescindível para o desenvolvimento de um dos programas científicos postos em execução no Hafelekar por Hess e seu grupo, de monitoramento das intensidades das radiações cósmicas ao longo de um ano e suas correlações meteorológicas e geomagnéticas (pressão, temperatura e magnetismo).

A tese defendida, cujo título Untersuchungen Uber Die Kosm. Ultrahlung Auf Dem Hafelekar im Jahre 1937 (Investigações sobre a radiação ultra-cósmica sobre o [Monte] Hafelekar durante o ano de 1937) (ROSER, 1938), é apresentada num cenário em que alguns métodos de detecção de partículas estavam disponíveis, como as câmeras de nuvens, o método

de coincidência inventado por Bothe e Geiger, que usava dois contadores de pontos, mostrou que o fóton espalhado e o elétron recuado poderiam ser detectados coincidentemente pelos dois contadores em limites de tempo de menos de 10^2 ps. Em 1929, Kolhorster, montou um arranjo para a determinação direcional dos raios gama. Esse método foi introduzido nos estudos de raios cósmicos mostrando que elétrons rápidos detectados eram oriundos da radiação vinda do espaço (PFOTZER, 1985), conforme anunciado pelo holandês Jacob Clay (1882-1955)[60]. Dos resultados obtidos nesse experimento, um deles originou a curva de capacidade de penetração da radiação, que segundo (FEINBERG, 1985), poderia ter antecipado a descoberta do méson de Yukawa. Nas décadas de 1920 e 1930, o estudo dos raios cósmicos já estava intricado com a eletrodinâmica quântica. Cada experimento realizado nesse período revelava novas facetas da radiação cósmica produzindo grandes avanços na área, como por exemplo, a descoberta do pósitron, em 1932.

Segundo Roser, o trabalho de 1929 de detecção da radiação gama, proposto por Kolhorster, foi seminal na produção de resultados consideráveis, que revelaram novas propriedades, interações desconhecidas e novas propostas teóricas e práticas com objetivos de solucionar o problema da radiação extraterrestre. No entanto, para ele, todos os avanços também trouxeram complicações do ponto de vista teórico-experimental para o estudo das radiações. Apesar dos avanços nos conhecimentos de geofísica, de física moderna e da própria radiação, inexistia a possibilidade de se produzir radiação de alta intensidade em laboratórios[61], essas máquinas só seriam criadas na década de 1940. Desse modo, a radiação cósmica ainda era a única fonte para a realização desses estudos com partículas de alta energia, dificultando aos experimentadores análises mais exatas e precisas.

O grupo de Hess promovia investigações com interesse na compreensão dos efeitos sazonais da intensidade de radiação cósmica, cujo valor do coeficiente de temperatura da radiação cósmica era duas vezes maior no inverno do que no verão (HESS, 1940). Uma explicação dada à época era de que o efeito da temperatura atmosférica na intensidade dos raios cósmicos baseava-se na desintegração dos mesótrons[62] (BLACKETT, 1938). As medidas

[60] O primeiro a concluir que os raios cósmicos eram partículas com carga elétrica.

[61] O primeiro gerador de Van De Graff foi construído em 1929, o betatron em 1940. Fonte: Os primeiros aceleradores de partículas da USP - Arquivo Histórico do Instituto de Física

[62] Em 1937 as partículas oriundas da radiação cósmica batizadas de componente mole foram identificadas, com a ajuda da teoria desenvolvida por H. Bhabha, W. Heitler e outros, como elétrons e pósitrons, enquanto Anderson descobria uma nova partícula, o mesotron, que correspondia ao componente rígida da mesma radiação. O mesotron, posteriormente renomeado méson, foi inicialmente considerado como a nova partícula (partícula U) prevista teoricamente por H. Yukawa em 1935. Expressão mesótron foi cunhada pelos físicos americanos Carl

obtidas por Hess foram fruto de um programa de pesquisa de cinco anos, onde seus alunos e colaboradores fizeram um monitoramento da intensidade da radiação cósmica, temperatura e pressão atmosféricas, em ciclos de um ano. As medidas realizadas marcam o fim desse ciclo (1936-38), cujo objetivo seria refinar ainda mais as medidas dos ciclos anteriores realizados por J. Priebsch e W. Baudauf (1932-34) e A. Demmelmair (1935-36) (HESS, 1940). Ressaltamos que outras iniciativas similares também estavam sendo realizadas em outros lugares, com equipamentos e propósitos similares aos utilizados pelo grupo de Hess, e nas quais não vamos nos deter.

Roser destaca que o período de suas investigações no Hafelekar, se constituía numa segunda etapa do programa de pesquisa, iniciado em 1935, que visava melhorias na precisão dos dados. Sua contribuição aos estudos do grupo seria uma coleta de dados que estendesse os resultados obtidos até aquele momento pelos colaboradores de Hess, em especial as medidas de Demmelmair, para dispor de uma base dados mais confiável e extrair deles melhores interpretações do fato científico (ROSER, 1938).

O período das investigações para Roser se iniciou em outubro de 1936, um mês antes de Hess ser anunciado como vencedor do Prêmio Nobel daquele ano (Figura 9). Na ocasião de seu discurso na solenidade de entrega do Nobel, Hess alude sobre as pesquisas executadas no Hafelekar, enfatizando as flutuações diárias da radiação cósmica e apontando suas linhas teóricas de investigação e os métodos de trabalho:

> No outono de 1931, um pequeno observatório para o registro contínuo das flutuações de intensidade dos raios cósmicos foi montado por mim em uma montanha de 2.300 m de altura, o Hafelekar em Innsbruck, na Áustria. Um grande número de resultados já está disponível a partir daí, os quais serão apenas mencionados aqui brevemente. A determinação de uma pequena e regular flutuação diária de radiação de acordo com o horário solar (máximo ao meio-dia), que foi atribuída a influências atmosféricas, particularmente efeitos elétricos e magnéticos nas camadas mais altas da atmosfera. Outras indicações de uma flutuação ainda menor de acordo com o tempo estelar, o que falaria a favor da hipótese de Compton publicada há um ano, segundo a qual os raios cósmicos vêm de sistemas da Via Láctea externos e muito distantes ao nosso. Além disso, evidências de flutuações de radiação simultâneas de dia para dia em dois dispositivos de medição espaçados a 6 km um do outro em alturas de 600 e 2.300 m (equipados com câmaras de ionização, bem como com tubos de contagem) (HESS, 1936).

Anderson e Seth Neddermeyer, em 1938, em uma carta à revista Nature intitulada “mesótron (partícula intermediária) como nome para as partículas de massa intermediária” (SEKIDO; ELLIOT, 1985).

Ele também salienta no discurso a importância das pesquisas sobre os possíveis efeitos dos raios cósmicos em organismos vivos, que se desenvolveu anos mais tarde em Fordham, decorrentes do uso crescente dos artefatos nucleares nas sociedades ocidentais.

Cinco meses depois de ter iniciado as pesquisas, Roser relata que passou a contar com assistência de Demmelmair, antigo aluno de Hess que recentemente havia se doutorado com a mesmo tipo de pesquisa (ROSER, 1938). Informamos que nesse período o colaborador, em suas investigações, registrou os efeitos de uma tempestade magnética sobre as medidas da radiação cósmica, inicialmente anunciada por laboratórios americanos (HESS; DEMMELMAIR, 1937). No final do primeiro trimestre do ano seguinte, Roser passa a ser supervisionado diretamente por Steinmaurer, e pelo próprio Hess à distância, até a conclusão da tese no final de 1938.

O aparato experimental no Instituto de Pesquisa Radioativas do Monte Hafelekar, utilizado por Roser, foi fabricado em 1928, por E. G. Steinke[63]. O equipamento registrava continuamente, de forma automatizada o fluxo de radiação cósmica, seu volume era de 22 l preenchido com dióxido de carbono à pressão de 10 atm, à tensão de 204 V (Figura 9). Para garantir que a tensão entre a parede e o eletrodo permaneça a mais igual possível e que a corrente de vazamento através do isolamento do eletrodo interno seja pequena, uma carga negativa correspondente à carga média de ionização é aplicada em intervalos de 30 segundos através de um capacitor disposto em um anel ao redor do eletrodo interno. O visor do eletrômetro indica desvio da radiação do valor médio durante a leitura horária. A sequência da medição automática era controlada por um temporizador eletrônico, que operava em intervalos de 1h (INNSBRUCK, 2012). A radiação cósmica penetrante ao atravessar a câmara de

[63] Sem referências biográficas encontradas.

ionização a gás, produzia pulsos de correntes elétricas que eram amplificados por aparelhos eletrônicos.

Figura 9: V. Hess em frente ao Laboratório Hafelekar um dia depois de receber a notificação do Prêmio Nobel (novembro de 1936). Fonte: V. F. Hess homepage (uibk.ac.at)

Era preciso investigar a influência de fatores externos nas medidas da radiação, como os fatores meteorológicos por um longo período de observação. Desse modo, um trabalho coletivo[64] entre os cientistas poderia melhorar a precisão das medidas refinando assim a análise dos dados obtidos até que fosse finalmente suficiente para fornecer a base necessária para abordagens teóricas finais. Roser explica que havia colaborações com cientistas de outras estações espalhadas por três continentes (Europa [4], Asia [1] e África [1]) (ROSER, 1938).

No início das investigações realizadas por Roser, o Laboratório do Hafelekar fez a aquisição de mais uma câmera de ionização Steinke e outros equipamentos, com recursos da

[64] Trabalho de monitoramento citado anteriormente realizado em vários continentes, p. 30.

Fundação Rockfeller (STEINMAURER, 1985). No ano anterior, o grupo de cientistas liderado por Hess havia obtido as primeiras medidas de parâmetros meteorológicos para verificação da correlação destes com a intensidade de radiação cósmica, também realizada no Hafelekar, com ciclos experimentais com duração de um ano. Estatisticamente, quanto mais medidas fossem obtidas maior seria a redução dos erros, tendendo à distribuição gaussiana.

Roser se mostrou realista em relação a suas contribuições. Ele tinha noção de que o mérito de seu trabalho estava nas medidas precisas que realizou ao longo do ano de 1937. Na ocasião de sua tese, não apresentara uma discussão por meio de seus dados sobre o problema da radiação cósmica (ROSER, 1938). Os dados por ele levantados diziam respeito às medidas da intensidade de radiação cósmica, temperatura e pressão atmosférica, obtidas através de novas técnicas e equipamentos em relação às medidas anteriores, como, por exemplo, a ampliação da quantidade de câmeras de ionização para medidas da intensidade de radiação cósmica e a ampliação do tempo de monitoramento. Roser explica o seu trabalho:

> Com um aparelho o mais aperfeiçoado possível do ponto de vista técnico e com o auxílio de um novo método de avaliação (múltiplo de Kotrel)[65], as propriedades da ultra radiação ali encontradas em anos anteriores foram verificadas novamente em uma longa série final das medições no Hafelekar e, em particular, se comportaram em um período de tempo mais longo examinado. De acordo com o programa assim estabelecido, o trabalho assume também o carácter de relatório final coletivo, o qual, depois de elaborados os processos de desenvolvimento nas áreas de observação individual, evidencia em particular a concordância ou contraste com resultados de medições anteriores (ROSER, 1938).[66]

Foram obtidos cerca de 9.500 registros de dados, que levaram Hess e seu grupo a concluir a existência de uma indubitável flutuação na intensidade da radiação cósmica, num ciclo anual que atinge um mínimo no verão e um máximo no inverno. As tentativas visavam o estabelecimento de uma correlação da intensidade da radiação (a partir da produção do elétron primário) com parâmetros meteorológicos determinados pelo programa de pesquisa. Contudo, mesmo com o robusto conjunto de dados levantados no Hafelekar, a compreensão da variação do ciclo anual da radiação não ficara muito clara, apesar dos resultados indicarem claramente essa flutuação ao longo de um ano, que estavam em consonância com as medidas anteriores, o que se tinha eram apenas hipóteses que deveriam ainda ser devidamente testadas.

[65] Sem referencias sobre este método mencionado por Roser.

[66] Livre tradução do alemão realizada pelo autor

Roser termina a tese agradecendo ao professor Hess, que se encontrava na U. Fordham e não pode ficar para apresentação de seu aluno, e ao assistente que ficara em seu lugar no Instituto do Hafelekar, o professor Steinmaurer:

> "Finalmente, permita-me agradecer meu querido professor V. F. Hess por me confiar este trabalho, pelo interesse benevolente com que sempre o promoveu, e pelas sugestões e conselhos com que me apresentou os métodos e elementos da pesquisa científica. Também sou muito grato ao "Privatdozent"[67] H. Steinmaurer me auxiliou na execução da prática das investigações e também na teoria. Ele sempre ajudou no tratamento dos dados, com aconselhamentos e suporte nas investigações." (ROSER, 1938)[68]

Em 1940, em uma publicação na Physical Review, Victor Hess apresenta um estudo sobre a sazonalidade e os efeitos da temperatura atmosférica na intensidade da radiação cósmica, fazendo referência a tese de Roser, que compunha parte do monitoramento realizado no Hafelekar de (1932-1937).

> Enquanto isso, recebi dados experimentais adicionais por cortesia do Pe. F. X. Roser (Rio de Janeiro), que me enviou sua tese que havia sido elaborada em Innsbruck em 1937 e 1938 sob minha supervisão. Esta tese contém os resultados completos, até então inéditos, de nossos registros de raios cósmicos no Observatório Hafelekar (Tirol), 2.300 metros acima do nível do mar, até o final de 1937. Esses dados agora compreendem o quinto ano de registro quase contínuo de raios cósmicos. com o aparelho Steinke Standard (1932, 1933, 1934, 1936 e 1937) e permite-me discutir plenamente todo o complexo de questões relacionadas com o efeito da temperatura na intensidade dos raios cósmicos, usando também resultados de outras observações com aparelhos do mesmo tipo com e sem triagem completa e observações com contadores Geiger-Muller, publicados em outros lugares por vários de meus colaboradores.

Hess concluiu em sua análise baseada na teoria de desintegração do mesótron proposta por Blackett (1897-1974)[69] cuja interpretação dada na época atribuía o aumento do efeito de ionização em temperaturas mais baixas, por conta de um espalhamento intensificado na parte mais baixa da atmosfera decorrentes do aumento da densidade da atmosfera, que para se explicar a mudança no coeficiente de temperatura lhe pareceu plausível que a altura de produção do mesótron na atmosfera variasse ao longo do ano. Ele esperava que tais estudos revelassem que a causa estava na distribuição da massa da coluna de ar acima do ponto de observação. Entretanto, Hess entedia que o efeito da temperatura na intensidade dos raios cósmicos era um fenômeno mais complicado do que havia suposto até aquele momento, e as teorias existentes não davam conta de muitos aspectos do problema (HESS, 1940).

---

[67] Primeiro estágio da carreira científica em países germânicos

[68] Livre tradução feita do alemão pelo autor da tese.

[69] Físico experimental britânico, prêmio Nobel em 1948.

2.5.1 Os desdobramentos da pesquisa em raios cósmicos no Brasil

Após o término do doutorado em física e do curso de teologia, o agora Padre Roser retorna ao Brasil, para a Província da Companhia de Jesus do Rio de Janeiro, antes de assumir o posto como professor de questões científicas no filosofado do Colégio Anchieta, em Nova Friburgo, teve passagem pelo Colégio Santo Inácio, na cidade do Rio de Janeiro (CULLEN, 1967). Em 1939, ele fez a terceira provação na cidade de Pareci Novo (RS), e fez os últimos votos, sendo assim incorporado definitivamente na Companhia de Jesus (NOBRE; VIDEIRA, 2018).

Nos primeiros anos, da década de 1940, o professor, Padre Roser, ensinava nos colégios da companhia matemática e física em níveis secundários e nos cursos superiores. Alguns aspectos da sua carreira professoral serão abordados na próxima seção 1.6. Agora apresentaremos os desdobramentos de sua tese sobre os raios cósmicos: uma publicação nos Anais da Academia Brasileira de Ciências e uma apresentação no Simpósio Internacional de Raios Cósmicos realizado no Rio de Janeiro, ambos em 1941. Através desses trabalhos verificamos que Padre Roser se debruçou sobre os dados levantados no Hafelekar, e alinhado aos fundamentos de Victor Hess, apresentou suas interpretações sobre a relação entre os efeitos da temperatura e pressão atmosférica na intensidade da radiação cósmica.

2.5.1.1 Uma breve histórico da pesquisa em radiação cósmica no Brasil (1934-1941)

A historiografia da física no Brasil ainda está em construção. Assim, adotamos, para a composição desse quadro, as referências Costa Ribeiro (1955), Motoyama (1979), Silveira (2013), Andrade (1999), Tavares, Gurgel e Videira (2020), Dobrgkeit (2010) e Videira e Bustamante (1993). Não intencionamos nos aprofundar nessa história, apenas destacar os principais pontos desse campo de pesquisa no Brasil, cuja finalidade é de contextualização.

A pesquisa em física teve início quase que simultaneamente por dois cientistas europeus Bernhard Gross, no Rio de Janeiro e Gleb Wataghin, em São Paulo. Gross, entre 1934 e 1937, ocupava cargo no Instituto de Nacional de Tecnologia (INT) e produziu alguns trabalhos sobre a intensidade dos raios cósmicos na atmosfera. Os trabalhos de natureza teórica versavam sobre a análise da curva de absorção, também sobre o efeito da transição dessas radiações. Gross iniciou Costa Ribeiro no campo da investigação científica, mais precisamente no campo dos dielétricos. Em São Paulo, na universidade homônima, Wataghin introduziu pesquisas no campo da radiação cósmica, assunto que estava na vanguarda científica do período. A partir de

1937, passa a contar com a colaboração de Giuseppe P. S. Occhialini, que inicia pesquisas com câmara de Wilson para observação de radiação cósmica, principalmente showers[70]. Uma equipe de investigação científica é formada, se constituindo na primeira geração de físicos formados no Brasil (Marcelo Damy dos Santos, Paulus Aulus Pompéia, Oscar Sala e Yolande Monteux[71]). Sobre as investigações em Raios cósmicos podemos citar: a descoberta dos chuveiros penetrantes e a influência de eclipse solar na intensidade da radiação cósmica (1940) o estudo sobre a componente ultra mole da radiação cósmica (1941), entre outros trabalhos de natureza técnica.

2.5.1.2 Os Anaes da Academia Brasileira de Ciências, em 1941

O conhecimento científico produzido no Brasil, entre as décadas de 1930-40, estava diretamente vinculado aos Anais da Academia Brasileira de Ciências (AABC), que estimulavam a continuidade do trabalho científico de seus membros, o desenvolvimento da pesquisa brasileira e a difusão do conceito de ciência como fator fundamental do desenvolvimento tecnológico do país. A publicação era inspirada nas revistas da sociedade científica francesa e priorizava as áreas de matemática, física, química e biologia (SCHWARTZMAN, 2001). Boa parte dos cientistas brasileiros, do eixo Rio-São Paulo, publicavam os resultados de suas pesquisas nas páginas do periódico da Academia Brasileira de Ciências (ABC)[72].

Padre Roser buscou aproximação com pequena comunidade de físicos brasileiro apresentando um artigo sobre a sua tese, preparado enquanto já lecionava no Colégio Anchieta em 1941. O trabalho versava sobre os efeitos da temperatura na intensidade de raios cómicos, no qual Roser objetivava demonstrar que a flutuação da camada troposférica[73] seria responsável pelo fenômeno, a título de ensaio aproximativo. O valor do tempo de vida média dos mesótrons (atualmente múons) conhecido pela comunidade científica em sua época era de 10^{-6}s[74].

Em trabalho publicado em 1940, Victor Hess apresenta os coeficientes de temperatura e de pressão em relação à intensidade de radiação cósmica como uma possibilidade para estudos

[70] Chuveiros penetrantes são raios cósmicos primários atingem a alta atmosfera terrestre e colidindo com partículas lá presentes, liberando outras partículas que podem atingir o solo.

[71] A primeira física formada no Brasil

[72] Anais da Academia Brasileira de Ciência (1929-1941)

[73] Camada atmosférica mais próxima da superfície terrestre, situada de 10 km a 12 km de altitude.

[74] Tempo de vida considerado atualmente é de 0,026 μs

em raios cósmicos (HESS, 1940). A partir desse estudo, no qual Roser segue a linha de seu orientador, apresenta uma interpretação dos resultados, a partir de seus dados experimentais.

Estudos sobre a intensidade da radiação cósmica em condições similares aos realizados por Roser também foram realizados em diferentes locais, como observamos na tabela da (Figura 10).

Figura 10: Relação de pesquisas sobre raios cósmicos, realizadas em diversos locais com aplicação das mesmas técnicas utilizadas por Roser em 1937.

Observador	Lugar	Altura	Blindagem	Tempo	Valor
W. Baldauf	Hafelekar	2.300 m	10 cm Pb	inverno verão ano	−0,12 % −0,055% −0,093%
A. Demmelmair	Hafelekar	2.300 m	10 cm Pb +7 cm Fe	ano	−0,08 %
R. Steinmaurer	Innsbruck	600 m	10 cm Pb	ano	−0,11 %
S. E. Forbush	Cheltenham	72 m	8 cm Pb	ano	−0,21 %
J. Clay	Amsterdam	0 m	12 cm Fe 110 cm Fe	ano ano	−0,21 % −0,00 %
B. F. J. Schonland	Cape-Town	122 m	10 cm Pb	ano	−0,12 %
A. H. Compton e R. N. Turner	Oc. Pacif.	0 m	12 cm Pb	ano	−0,18 %

Fonte: Roser, 1941, p. 147. Os dados mostram que as variações da intensidade da radiação variam com os parâmetros altitude, blindagem e tempo.

Os experimentos considerados utilizavam câmeras de ionização com diferentes espessuras de blindagem usando ferro e chumbo, em diferentes altitudes. Roser relatou na análise que fez de outros estudos que a intensidade dos raios cósmicos era maior no inverno do que no verão, menor nas grandes altitudes do que em níveis mais baixos e que dependiam também da latitude de observação (em latitudes baixas a radiação era mais intensa).

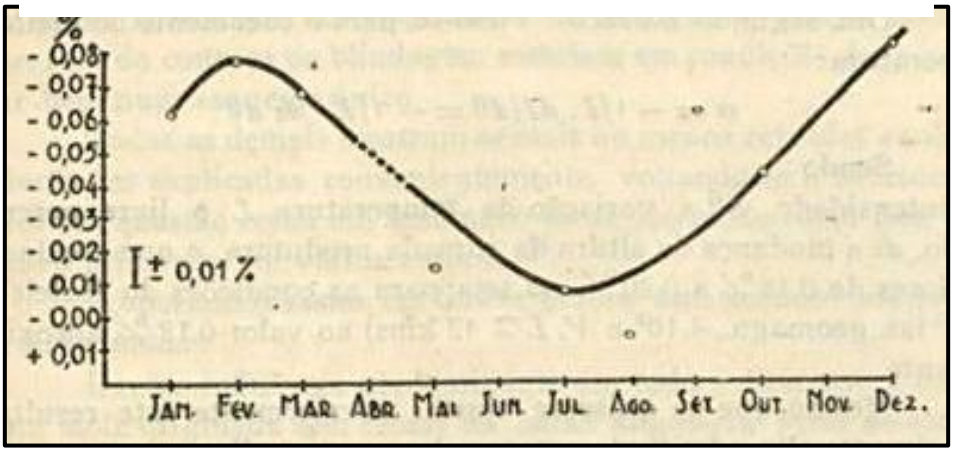
Os dados obtidos (Figura 11) por Roser, no Hafelekar, em 1937, com blindagem da câmara tipo Steinke de 10 cm de Pb e 7 cm de Fe, a mesma configuração de Demmelmair anos anteriores, apresentavam o mesmo comportamento dos experimentos realizados no gráfico da (Figura 12), a oscilação da marcha anual da intensidade da radiação cósmica ao longo do ano era cerca de 50 %.

Figura 11: Marcha anual do coeficiente de temperatura da radiação cósmica em 1937.

I.	— 1,500	— 0,061
II.	— 1,900	— 0,077
III.	— 1,656	— 0,067
IV.	— 5,446	— 0,223
V.	— 0,361	— 0,015
VI.	— 0,923	— 0,039
VII.	— 0,173	— 0,007
VIII.	+ 0,072	+ 0,003
IX.	— 1,499	— 0,063
X.	— 1,032	— 0,043
XI.	— 0,689	— 0,028
XII.	— 2,047	— 0,083

Fonte: Roser, 1941, p. 147. Hafelekar, Tirol, 2300 m, 10 cm Pb + 7 cm Fe, câmara de Ionização Standart, tipo Steinke.

Figura 12:Dados tabelados obtidos por Roser no Monte Hafelekar em 1937.



Fonte: Roser, 1941, p. 148.

Roser utilizou como ferramenta teórica a equação de Blackett para a desintegração do mesótron discutida na seção anterior conforme discutido por Hess (1940). Conforme suas palavras, as variações térmicas diurnas diminuem muito pouco em altitudes de aproximadamente 2 km, como as do Hafelekar, assim, para ele, a fórmula e o mecanismo proposto por Blackett não poderiam explicar o efeito da temperatura na sua significação habitual diurna. No entanto, serviria para a explicação da marcha anual das temperaturas médias. Roser considerava a questão da latitude e a utilização de blindagens nas câmaras

pareciam obedecer às regras bem definidas para as medidas da intensidade de radiação cósmica. Fatores como a temperatura e a pressão se mostravam "rebeldes"[75]

A partir desse quadro teórico, Roser propõe uma solução para explicar os efeitos da temperatura na intensidade da radiação cósmica:

> Exerce influência predominante em todo o processo a componente mole[76] originada sem cessar na baixa atmosfera pelos mesótrons vindo da alta. Ocorrendo por ex. em um dado momento, qualquer queda de temperatura com aumento subsequente da densidade ρ do ar, é concebível um acréscimo nas interações realizadas (em correspondência com os valores de ρ) de cerca de +0,37% por grau, ou seja, num reforçamento proporcional desta componente. Far-se-á, porém, sentir ao mesmo tempo o efeito enfraquecedor da absorção nas condições assim modificadas. A combinação desses dois efeitos com seus valores desencontrados, favorecidos mais num caso do que noutro, atuando por inteiro ou em parte, por causa da ação desigualmente redutora da couraça de blindagem sobre as diferentes componentes, dá uma explicação plausível, mesmo quantitativamente, de todos os fenômenos observados (ROSER, 1941, p. 149).

Roser argumenta que em temperaturas mais baixas a densidade da atmosfera aumenta, ficando mais concentrada favorecendo as colisões dos mesótrons, e assim com ocorrências do aumento da produção das componentes moles da radiação cósmicas em baixas altitudes. Sobre o efeito negativo do coeficiente para temperaturas, ele assevera:

> A radiação ligeiramente intensificada nas imediações mais próximas do V.P[77], bastante penetrante ainda, por isso mesmo, produzirá nele o leve aumento de partículas ionizantes, exigido para interpretar o efeito negativo sempre pequeno. Por outro lado, são aniquilados, ao mesmo tempo, os raios que procedentes de um ambiente muito mais vasto, conseguiram antes penetrar ainda, apesar de suas energias parcialmente esgotadas no trajeto, em medidores apenas levemente protegidos (H. P[78] e tubos contadores)
> Prevalecendo o coeficiente de absorção dos raios secundários induzidos sobre o dos produtores, e devendo-se distinguir a frequência de interação da importância do enfraquecimento , dá-se com isso o efeito positivo exigido e ainda se explica, em dependência com a extensão proporcional destes ambientes eficazes, a escala dos valores decrescentes de H.P sobre V. P para D.V.P (V.P reforçando) e, - para H. P do alto para baixo e do verão para o inverno (ROSER, 1941, p. 150).

Roser conclui para interpretação de seu experimento que, para variações iguais de temperatura, em dias mais frios, devido ao aumento da densidade atmosférica nas estações mais

---

[75] Termo usado por Roser no artigo, p. 149, para se referir aos fatores que não obedeciam a regras bem definidas naquele momento.

[76] Partículas com energia de 10^6 eV, (OCCHIALINI; SCHONBERG, 1939).

[77] Sigla usada por Roser para caracterizar medidas realizadas em câmeras de ionização blindadas integralmente.

[78] Sigla usada por Roser para caracterizar medidas realizadas em câmeras de ionização blindadas parcialmente.

frias e para baixas altitudes, os valores da intensidade da radiação cósmica aumentam em câmaras de ionização parcialmente blindadas.

> A porcentagem da componente mole alterada conforme as densidades, traz consigo influência paralela sobre as oscilações do efeito consideradas em seu valor absoluto ou relativo. O decréscimo dos coeficientes em direção ao equador resulta então naturalmente das energias mais elevadas dos raios secundários nessas regiões, importando isto numa dilatação do ambiente "eficaz" conjuntamente com diminuição da absorção nele sofrida (ROSER, 1941, p. 150).

Duas proposições foram levantadas por Roser para uma melhor interpretação do fenômeno. A primeira dizia respeito à potencialidade de um arranjo experimental em que se acoplam câmaras de ionização integralmente blindadas a tubos contadores para medir as componentes duras da radiação cósmica. A segunda oferecia uma interpretação de que a estratificação das camadas mais baixas da atmosfera seriam responsáveis por diferentes valores obtidos para o coeficiente de temperatura. Para esse fenômeno, a explicação dada por ele foi:

> Em tais casos efeitos de transição ou estados energéticos altamente ionizantes, fornecem explicação conveniente em analogia estreita com a inversão do efeito barométrico, encontrada para determinadas espessuras da couraça de blindagem, persistindo o efeito negativo normal para todos os demais valores dessa espessura (ROSER, 1941, p. 151).

Ele compreendia que os fatores correspondentes aos efeitos da temperatura, dependiam das condições locais de detecção, assim juntou aos seus argumentos os seguintes fatos:

> 1) que para a radiação vertical colhida em ângulos de pequena abertura não foi possível evidenciar nenhum efeito de temperatura;
> 2) que ele tende a desaparecer de todo com aumentos progressivos da blindagem i, é com a extinção completa dos raios secundários;
> 3) que se altera muito, quando se consideram valores colhidos em alturas diferentes sobre o lugar de observação;
> 4) que a correlação $R_{i,b}$ (intensidade do barômetro) é sempre muito maior do que $R_{i,t}$ (intensidade-temperatura) e isto pelo fato de que a pressão, como indício, relativamente mais fiel do que geral da atmosfera em grande extensão, tem que apresentar também conexão maior com a radiação total por ela mais profundamente alterada, tanto em composição como intensidade. Variações térmicas locais conseguem afetar apenas parte da radiação (componente mole) em breves trechos (ROSER, 1941, p. 151).

A partir da apresentação dessas alegações, percebemos a dificuldade enfrentada por Roser em seu experimento no Hafelekar para a coleta dos dados de sua tese. Mesmo tendo apoio de uma equipe de investigadores, que mitigava boa parte dos problemas experimentais surgidos, ainda sim a detecção da radiação cósmica não era tarefa fácil. A última alegação, parte da

conclusão de seu trabalho, mostra uma constatação de que o coeficiente de pressão é superior ao de temperatura, conforme podemos observar no gráfico (Figura 13).

Figura 13: Valores mensais dos coeficientes de correlação Rit e Rib na radiação cósmica em 1937 (Hafelekar, Tirol).

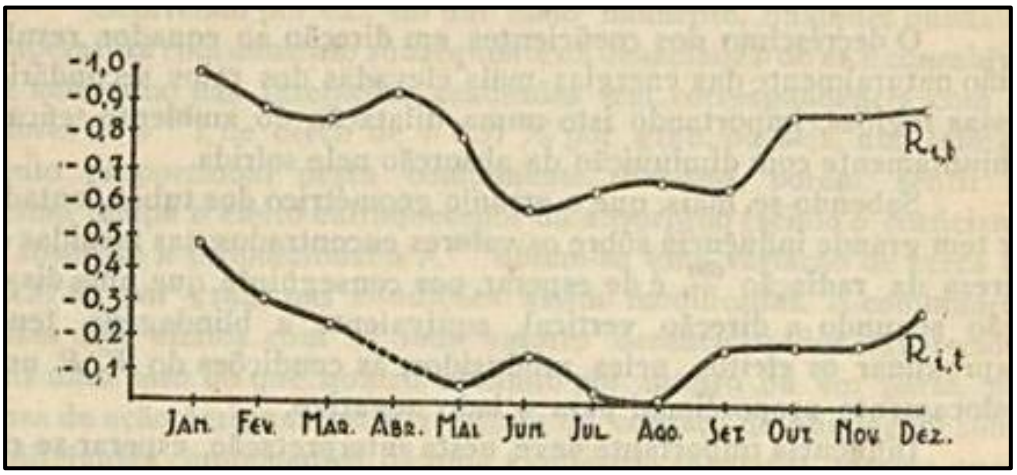


Figura 14: Marcha anual da correlação da intensidade da radiação cósmica com a temperatura (Rit) e com a pressão (Rib).

Mez	R i,t	R i,b
I.	— 0,478	— 0,988
II.	— 0,312	— 0,888
III.	— 0,233	— 0,849
IV.	— 0,725	— 0,928
V.	— 0,060	— 0,796
VI.	— 0,146	— 0,571
VII.	— 0,031	— 0,640
VIII.	— 0,008	— 0,663
IX.	— 0,164	— 0,644
X.	— 0,171	— 0,876
XI.	— 0,188	— 0,888
XII.	— 0,296	— 0,892

A marcha anual da intensidade da radiação cósmica em relação à pressão (580 mmHg) e à temperatura média (-1°C) são dadas na figura (Figura 14) Em sua análise, Roser comenta que:

> Em face destas concepções é natural que todas as reduções térmicas da curva anual não tenham podido dar o resultado desejado. A diferença entre os extremos é reduzida apenas à metade, como se pode ver, mais uma vez, no diagrama do ano de 1937. (de 4,2 % para aproximadamente 2,5% e ainda, com o emprego de tubos em arranjo vertical, num trabalho mais recente (ROSER, 1941, p. 153).

O trabalho recente citado por Roser foi realizado por Hess e colaboradores em Nova York. O estudo mostrava as variações registradas com um conjunto de coincidências verticais dando valores médios diários por um ano. O coeficiente de temperatura para os meses de inverno (-0,155% por grau C) é cerca de 5 vezes maior que o dos meses de verão (-0,033). Foram estudadas várias mudanças não periódicas na intensidade do raio cósmico: o efeito da passagem de frentes frias e quentes, da passagem de depressões barométricas e o efeito de tempestades magnéticas. A magnitude desses efeitos, como registrado em um conjunto de coincidências verticais, concorda muito bem com os efeitos encontrados com câmaras de ionização. (ALTMANN; WALKER; HESS, 1940).

As conclusões obtidas por Roser, apresentadas em seu artigo de estreia como cientistas nos Anais da Academia Brasileira de Ciências, oferece uma resposta a uma questão importante de seu tempo: a desintegração dos mesótrons. Sobre esse assunto ele asseverou que os efeitos de temperatura não deveriam ser considerados para demonstração de tal fenômeno. O estudo lhe permitiu também depreender dois aspectos importantes dos efeitos diurno e anual da temperatura. O primeiro é intrínseco às propriedades da radiação mole, que não se deixa correlacionar diretamente com as flutuações na decomposição dos mesótrons. No segundo caso, o efeito anual de temperatura, estava ligado diretamente com a decomposição mesotrônica, mas de difícil verificação, por causa dos diversos fatores perturbadores presentes na atmosfera, sempre desigualmente estruturada no decorrer das diferentes estações do ano. Segundo Roser,

> o coeficiente do efeito, deduzido da causa principal, não depende mais das condições do aparelho e pode ser obtido quantitativamente, com suposições plausíveis a respeito, pela fórmula de Blackett, que estruturalmente se refere a esta parte do efeito em questão. A marcha anual restante, após as reduções em uso, é principalmente consequências dele e por isto permanece, mesmo com o emprego de couraças fortes, mas continua dependendo, entretanto da latitude pela porcentagem mais elevada de prótons no equador (ROSER, 1941, p. 156).

Por fim, Roser propõe que o conhecimento das marés na atmosfera poderia fornecer circunstâncias mais favoráveis e propícias para a compreensão da intensidade da radiação cósmica do que as considerações térmicas.

Esse primeiro trabalho científico, publicado por ele, nos revela sua vontade de pertencer à comunidade de físicos brasileiros. Mesmo não estando na capital, Roser se aproximou de Bernhard Gross, principal físico da época no cenário científico do Rio de janeiro, e de Joaquim da Costa Ribeiro, que colaboram com observações incorporadas em seu trabalho. Conforme podemos conferir: “Desejamos testemunhar o nosso reconhecimento profundo ao Dr. Bernhard

Gross, bem como ao prof. J. Costa Ribeiro pela solicitude e pelas valiosas sugestões que nos estimularam para o presente trabalho" (ROSER, 1941, p. 156).

Ambos os cientistas estariam presentes em boa parte da vida científica de Padre Roser, ora como colaboradores, ora como interlocutores dos projetos científicos dele junto aos órgãos de fomento, como o Conselho Nacional de Pesquisa (criado em 1951).

2.5.1.3 Simpósio Internacional de Raios Cósmicos (1941)

Segundo o trabalho recente de (SILVA; FREIRE, 2014), a Missão Compton realizada na América do Sul, em 1941, teve um caráter duplo, diplomático e científico. Realizada no contexto da Segunda Guerra Mundial, a missão objetivava estreitar os laços dos EUA com os países sul-americanos, com interesses geopolíticos na região. No campo científico, Gleb Wataghin e seu grupo de cientista da USP haviam feito uma descoberta importante para a área de conhecimento sobre os raios cósmicos, os chuveiros penetrantes. Tal, descoberta teria chamado a atenção de Compton, o que acabaria consolidando a ligação com os físicos da USP. Para receber o ilustre cientista americano, Gleb Wataghin, junto às autoridades governamentais brasileiras, conseguiu apoio logístico para o grupo de Compton e teve a ideia de realizar um Simpósio Internacional sobre Raios Cósmicos, como forma de homenageá-lo.

O evento foi realizado no Rio de Janeiro no auditório da Escola de Engenharia[79], sob os auspícios da Academia Brasileira de Ciências (ABC), entre os dias 4 e 8 de agosto de 1941. Faziam parte da comitiva Arthur Holly Compton[80] (1892-1962), Horace van Norman Hilberry[81] (1899-1986) e Ernest O. Wollan[82] (1902-1984), Donald Huges[83](1915-1960), William Jesse [84](1882-1974) e Paulus Aulus Pompeia (1911-1993)[85], em viagem para América do Sul para a realização de medidas da radiação cósmica. Dez participantes brasileiros apresentaram comunicações no simpósio, basicamente do eixo Rio-São Paulo. Com destaques para Wataghin,

[79] Sede da ABC

[80] Físico estadunidense laureado com o Nobel de Física de 1927, pela descoberta do efeito Compton. Professor da Universidade de Chicago.

[81] Diretor do Laboratório de Argonne, participante do Projeto Manhattan. Na época pertencia a Universidade de Nova York.

[82] Chicago Tumor Institute

[83] Universidade George Washington

[84] Universidade de Chicago

[85] Universidade de São Paulo

Occhialini, Marcelo Damy, Bernhard Gross, Joaquim da Costa Ribeiro, Yolande Monteux e Padre Roser S.J. (ABC, 1941) (Figura 15).

No segundo dia de evento (5 de agosto), ocorreu a segunda sessão presidida pelos professores Luiz Freire (presidente), Compton, Wataghin, Cintra Prado, Sobrero, Magalhães Gomes e Wurmser. Entre as comunicações apresentadas estavam as de Hilberry sobre showers de Auger, Occhialini sobre a componente ultra mole e Pe. Roser, sobre o efeito de temperatura da radiação cósmica.

Na comunicação apresentada com o título On the Temperature Effect in Cosmic Radiation[86], Roser discute a origem do efeito de temperatura e seu vínculo com a produção de mesótrons na atmosfera, de forma mais resumida do que no artigo primeiro publicado nos Anais da ABC. Ele distingue sobre o efeito diurno e anual, baseando-se no deslocamento da camada atmosférica e fenômenos meteorológicos locais, a partir da análise dos resultados obtidos em 1937, no Monte Hafelekar, nos Alpes Tiroleses austríacos.

Figura 15: Participantes do Simpósio Internacional de Raios Cósmicos de 1941.

[86] Sobre os efeitos da temperatura na radiação cósmica.

A estrutura dessa comunicação é dividida em 5 partes, a saber: inicialmente, Padre Roser explica as motivações da pesquisa que se dá dentro do contexto do programa de monitoramento proposto por Victor Hess no Instituo de Pesquisas Radioativas na Universidade de Innsbruck. Apresenta o aparato experimental constituído por câmaras de ionização tipo Steinke e tubo contadores. Destaca que a partir dos resultados obtidos pelas pesquisas até aquele momento existia a possibilidade de se estabelecer definitivamente uma relação do efeito da temperatura na radiação cósmica a partir da curva da marcha anual e de se estabelecer alguma relação com a componente mesotrônica da radiação cósmica. Ele revela o propósito de seu trabalho:

> Observação que fiz sob a supervisão do prof: V.F. Hess de 1936 a 1937 na estação montanhosa Hafelekar, juntamente com os resultados obtidos lá, e outras vezes, oferecem a oportunidade de examinar mais de perto essa relação com os mesótrons e dar a possibilidade de tentar, ao mesmo tempo, uma explicação qualitativa e, em parte, quantitativa, de alguns detalhes de características neste efeito (ROSER, 1941, p. 105).

Em seguida, ele descreve os resultados de suas observações, em especial, a curva de marcha anual da intensidade de radiação, calculado mensalmente. Destaca que os coeficientes de temperatura são negativos para medidores completamente blindado e tem seu valor diminuído com a altitude e com o aumento da espessura da blindagem. A Tabela 1 mostra os valores obtidos por Roser em seu período de doutorado em Innsbruck.

Tabela 1- Medidas realizadas por Roser em 1937-1938.

local	**altitude**	**equipamento**	**espessura**	**Coeficiente α**
Innsbruck	600 m	Câmara Steinke	10 cm Pb	- 0,11 %
Hafelekar	2 300 m	Câmara Steinke	10 cm Pb	- 0,09 %
Hafelekar	2 300 m	Câmara Steinke	10 cm Pb + 7 cm de Fe	- 0,08 %

Os coeficientes são positivos em câmeras sem blindagem na parte superior e com aumento da altitude. Para medidas realizadas no Hafelekar, com aparato experimental Steinke tem-se os dados mostrados na Tabela 2.

.

Tabela 2 - coeficientes para marcha anual por estações.

Estações	Coeficiente α
Inverno	- 0,11%
Primavera	+0,051%
Verão	+0,057%
Outono	+0,054%

Os resultados obtidos por Roser também foram obtidos com arranjo de tubos e se mostraram em concordância.

Segundo o autor da comunicação, o coeficiente do efeito de temperatura (α) não pode ser somente um efeito estatístico, seria preciso investigar mais a fundo a própria estrutura e dinâmica da atmosfera, localmente. Outro aspecto observado através dos dados experimentais é de que o coeficiente de pressão é sempre superior ao de temperatura conforme mostrado na seção anterior. Na argumentação dele, esses parâmetros (pressão e temperatura) estavam relacionados com o aumento da densidade do ar atmosférico, possibilitando as interações da radiação cósmica com as moléculas do ar, que estariam mais coesas, ratificando o aumento do registro de radiação nos meses mais frios.

Uma questão levantada no trabalho pelo físico jesuíta foi se a produção dos mesótrons também aconteceria na baixa atmosfera. Em seu entendimento, o fluxo de mesótron da alta atmosfera seria enfraquecido por colisões, decaimentos ou outras interações, produzindo em todos os lugares uma componente leve local (elétrons ou fótons). Uma parte desse componente deve ser capaz de ser transformada novamente em mesótrons, constituindo-se assim em um componente penetrante, igualmente local. Além disso, esses mesótrons da alta atmosfera deveriam diretamente produzir, por múltiplos processos, outros mesótrons degenerados. Prótons também poderiam gerar mesótrons por toda atmosfera, no entanto esse processo ainda deveria ser melhor avaliado teórica e experimentalmente.

Em seu experimento no Hafelekar (2300 m, 48,3°, norte geomag. lat), Roser caracterizou a radiação detectada como 60% pesada (prótons) e 40% leve. Das componentes penetrantes (pesada) estimou-se que 5/6 eram produzidas na alta atmosfera e 1/6 produzidas localmente, mas ressaltou que mais pesquisas deveriam ser realizadas para avaliações mais confiáveis. Da componente leve, 2/5 eram oriundas de chuveiros de elétrons, 2/5 da alta atmosfera e 1/5 de colisões entre elétrons. Roser comenta as dificuldades na caracterização das radiações detectadas:

> A dificuldade decorrente de nosso desconhecimento sobre o espectro energético desses mesotrons locais talvez possa ser evitada, se assumirmos um valor médio de 108 a 109 eV com um caminho livre médio correspondente de cerca de 2 km. De fato, partículas abaixo de 2,108 eV praticamente todas se comportam como elétrons (ROSER, 1941, p. 109).

Ainda segundo Roser, a queda de um grau de temperatura produziria um aumento de mesótrons local de 0,37 % e, portanto, uma mudança na quantidade de radiação penetrante de 0,06 %. Pela fórmula de Blackett o coeficiente de temperatura (α) médio para medidas em aparatos blindados é de aproximadamente 0,09% para o Hafelekar (580 mmHg) e 0,11% para Innsbruck (710 mmHg) suficientemente de acordo com as observações. No caso das câmaras parcialmente blindadas, α é aproximadamente 0,06%. Esses valores estavam em concordância teórica.

Na conclusão do artigo, Roser faz duas considerações sobre a aplicabilidade da teoria de Blackett. No caso do efeito diurno, a teoria lhe parecia ser insuficiente para explicar os efeitos, no entanto no caso da marcha anual a teoria se mostrou mais aplicável, como ele mesmo nos esclarece:

> Para explicar os efeitos diários da temperatura até então considerados, a interpretação dada pela teoria de Blackett não é inteiramente satisfatória, pois as suposições assumidas (deslocamento da camada de formação do mesótron na alta atmosfera por radiação térmica diurna) provavelmente não ocorrem nessas grandes altitudes. […] Neste caso as premissas da teoria de Blackett são plenamente realizadas e, se introduzirmos os respectivos valores na fórmula deduzida, obtemos cerca de 2% de mudança na intensidade da radiação (ROSER, 1941, p. 111).

Ele supôs que a curva anual da radiação cósmica se originava quase que exclusivamente, desconsiderando efeitos do magnetismo terrestre, da combinação dos dois diferentes efeitos da temperatura: diurno e anual.

> A primeira, própria do componente mesotrônico local e do componente eletrônico macio, seria consequência de mudanças diurnas na densidade do ar normalmente confinadas a ambientes restritos, pois a própria temperatura as produz. A segunda, própria do componente mesotrônico da alta atmosfera, seria derivada dos movimentos ascendentes ou descendentes da principal camada produtora desses mésotrons por conta do regime de efeitos térmicos sazonais por toda a troposfera.
> A suposição de Blackett se refere a esta segunda parte do efeito da temperatura e sua fórmula seria a expressão exata do coeficiente anual de temperatura (ROSER, 1941, p. 111).

Roser termina a comunicação agradecendo aos professores Hess e Wataghin pelo estímulo à pesquisa por ele realizada e também por ambos lhe chamarem a atenção para as

diversas dificuldades sobre suposições concebidas pela componente local pesada dos mesótrons.

Em nossa análise, destacamos uma característica científica de Roser que o acompanhara por toda sua trajetória científica, que é aproximação com cientistas influentes, tanto para desenvolvimento técnico e teórico, quanto para obtenção de recursos para suas pesquisas. Aqui no Brasil, salientamos a aproximação com Gross e Costa Ribeiro, e logo em seguida com Gleb Wataghin. A partir de sua participação no simpósio em homenagem a Arthur Compton, Roser pode então, pela primeira vez, estar diante da comunidade científica brasileira. Grupo que voltaria a dialogar com mais proximidade no final da década de 1940, a partir da missão recebida de fundar um instituto científico na Universidade Católica e depois com a criação do Centro Brasileiro de Ciências Físicas (CBPF).

2.6 PROFESSOR DE QUESTÕES CIENTÍFICAS NO FILOSOFADO DO COLÉGIO ANCHIETA (1939-1946)

Em 1942, o Brasil estava no período conhecido como Estado Novo, os traços principais desse período eram trabalhistas e desenvolvimentistas, como exemplo citamos a criação da Companhia Siderúrgica Nacional (1941). Apesar da controvérsia, a ditadura Varguista entra na guerra ao lado EUA e URSS contra o fascismo alemão e italiano, em 1944 (SOLA, 1990).

No contexto científico, após uma década da criação da USP, "cujo propósito era acender nessa faculdade um foco de pesquisas, e organizá-la como centro de cultura, capaz de influir eficazmente no desenvolvimento de altos estudos e na renovação dos métodos de trabalho científico"[87], era possível notar uma pequena comunidade de cientistas dentro dos centros acadêmicos do eixo Rio-São Paulo, que começavam a dar novos contornos à pesquisa científica no Brasil. No Rio de Janeiro, a concentração desse grupo está na Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil.

No campo político-econômico, o Brasil continuava perseguindo o conhecimento prático e diretamente aplicável, obliterando o fato óbvio de que, sem base na educação e na geração do conhecimento científicos, qualquer plano econômico de médio e longo prazo não teria futuro, mas sim a dependência tecnológica estrangeira (MOTOYAMA, 2004).

Nesse período, alguns núcleos de pesquisas podem ser considerados como prósperos, por exemplo: o grupo liderado por Wataghin na USP e o Laboratório de Biofísica da Universidade do Brasil, liderados por Carlos Chagas Filho, que tinha subvenção de recursos privados apoiando as investigações científicas, como por exemplo a do peixe-elétrico, o poraquê (COSTA RIBEIRO, 1955). Em geral, no Brasil, os que possuíam formação teórica, não detinham conhecimento prático e vice-versa. Desse modo, quando o país entra na guerra, nossos engenheiros e técnicos tiveram dificuldades em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para o esforço bélico nacional (MOTOYAMA, 2004).

Para Motoyama, o movimento industrial brasileiro do período, não foi capaz de impulsionar a ciência e tecnologia, pois o setor não conseguia fazer frente à maior parte das dificuldades técnicas, dadas pela insuficiência numérica de homens habilitados e familiarizados com os métodos de investigação.

Com base nesse contexto do início dos anos 1940, o último período da ditadura varguista, logo após o Simpósio Internacional sobre Raios Cósmicos, Padre Roser dedica-se

[87] Citação indireta de A. Salles Oliveira (MOTOYAMA, 2004, p. 257).

inteiramente à Companhia de Jesus, afinal sua formação na Áustria tinha finalidade de prepará-lo para ser um especialista em ciência, para educar os novos jesuítas sobre os novos avanços científicos, porém sob uma perspectiva tomista. No filosofado do Colégio Anchieta, em Nova Friburgo, ele lecionou a disciplina de questões científicas, matemática, astronomia e física, orientava trabalhos científicos e foi encarregado do gabinete de física (Companhia de Jesus, 1940-46). Nesse período, também escreveu textos científicos com fundamentação escolástica, para publicações católicas (CULLEN, 1967). Essas publicações serão analisadas no capítulo 2 desta tese.

Em sua atuação nos cursos de formação dos jesuítas, Roser tornou-se um professor que buscava estimular em seus estudantes o gosto e o interesse pelas ciências. Sua prática docente seguia os mesmos métodos pedagógicos[88] que o formou, adotado pela companhia desde o início de sua criação, aperfeiçoado ao longo dos tempos.

Seus anos no Colégio Anchieta revelaram um professor preocupado com o ensino e com as práticas, tendo a clara dimensão da natureza do corpo discente que possuía e da tarefa que lhe fora confiada dentro da Companhia de Jesus brasileira. Suas disciplinas estavam dentro do curso de ciências oferecidos aos escolásticos com inclinações científicas. O corpo docente desse segmento, que tinha duração de um ano, era composto, além de Pe. Roser, dos Padres Ioannes Dornstauder, S.J.[89], que lecionava biologia, antropologia e outras disciplinas ligadas a ciência, e do também do Pe. Emmanuel Amiratee S.J.[90], cujo campo de ensino também estava associado à biologia (botânica e zoologia). Destacamos também o Padre Eduardo M. Lustosa S.J.[91] (1905-1947), professor das áreas ligadas a filosofia, que, como Roser, provocava reflexões que desafiavam os jovens escolásticos, conforme podemos confirmar nas palavras do Padre Henrique de Lima Vaz (1921-2002), jesuíta e importante filósofo do último quarto século XX:

> Entre os meus professores, dois, sobretudo, exerceram sobre mim uma influência decisiva: Pe. Eduardo Magalhães Lustosa e Pe. Francisco Xavier Roser, ambos já falecidos. [...] O Pe. Roser foi nosso professor de matemática e física e de uma disciplina que nos abria um horizonte novo e insuspeitado, a nós que vínhamos diretamente dos textos de Aristóteles e de São Tomás: questões científicas ligadas à filosofia. Era toda a significação filosófica da ciência moderna que passava a desafiar os noviços aristotélicos-tomistas que então éramos (VAZ, 1976).

[88] O método pedagógico dos jesuítas, discutido na seção 2.3.5.

[89] Dados biográficos não encontrados.

[90] Dados biográficos não encontrados.

[91] Formou-se em direito aos 18 anos a pedido do pai, no ano seguinte segue sua vocação eclesiástica e torna-se colega de Roser no noviciado do Colégio Anchieta. No início dos anos 1940 tornou-se professor de filosofia e ética da Companhia de Jesus. Considerado por seus pares com de espírito cintilante e de inteligência absolutamente de exceção. Fonte: HISTÓRIA - Centro Acadêmico Eduardo Lustosa (weebly.com)

O professor Pe. Roser tinha consciência das dificuldades de aprendizagem de seus alunos do filosofado no campo das ciências, boa parte deles no máximo conseguiam fazer as quatro operações matemáticas. Então, em seus cursos buscava ser o mais claro possível. Dava aulas sempre de frente para os alunos para que prestasse atenção em seus semblantes e assim poder sanar as dúvidas[92], conforme relatou Pe. Lima[93]. Roser era um professor de poucas palavras, buscava empregá-las sempre com propriedade e sabedoria. Os alunos o consideravam amável e bem descontraído. Pe. Lima nos conta que ele, às vezes, gostava de brincar e contar piadas entre uma lição e outra. Em relação às atividades propostas em suas aulas, não era severo com seus alunos. Quando os estudantes apresentavam dificuldades, ele estava sempre disposto a ajudá-los. "Ele tornava a coisa muito fácil"[94]. O professor também tinha o hábito de nutrir seus melhores alunos com leituras sobre as mais modernas discussões filosóficas sobre a ciências, em certa ocasião emprestara o livro de Philipp Frank, um importante neopositivista dos anos 1930-40, para o então noviço Henrique de Lima Vaz, que, segundo ele, "passou a ser uma referência constante dos meus estudos e das minhas reflexões" (VAZ, 1976).

Padre Roser buscava sempre manter seus superiores informados da situação de suas turmas. Assim, o Provincial escreve a Roser elogiando seu empenho na formação dos escolásticos da companhia em sua disciplina:

> Alegrei-me com a notícia de que os filósofos e os cientistas vão melhorando no estudo e na observância regular, e conseguintemente no espírito. Congratulo-me com V.R., cuja atuação suave e forte se devem atribuir em grande parte esses efeitos animadores.[95]

Essa experiência com os noviços lhe seria útil alguns anos depois, quando precisou solicitar aos seus superiores nomes de jesuítas para compor seu grupo de auxiliares e futuros sucessores no empreendimento científico da Universidade Católica. Na ocasião, sabia quem teria as competências necessárias para acompanhá-lo na missão, desse modo, pode endossar, vetar ou adaptar essas pessoas no seu projeto, como veremos nos anos americanos de sua formação científica, período que planeja o instituto de física.

---

[92] Entrevista de Pe. Lima concedida ao Pe. Bruno Nobre S.J., (2017)

[93] Aluno do curso de formação jesuíta no período em que foi professor (1940-1947).

[94] Entrevista de Pe. Lima concedida ao Pe. Bruno Nobre S.J., (2017)

[95] Carta do Provincial para F. X. Roser, Rio de Janeiro, 22/07/1946, Acervo da Cúria dos Jesuítas.

Uma preocupação contínua de Roser, em relação ao ensino de ciências, estava focada na instrumentação didática e no acesso às boas publicações "Assim as atividades docentes eram acompanhadas de frequentes solicitações, junto a seus superiores, de recursos financeiros, com o objetivo de adquirir livros para a biblioteca e aparelhos para equipar laboratórios" (NOBRE; VIDEIRA, 2018).

Roser batalhou por uma biblioteca com publicações cujo conteúdo estivesse em sintonia com as grandes questões científico-filosóficas de seu tempo. Assim fez solicitações de obras modernas e, assim, organizou a biblioteca do Colégio Anchieta permitindo à comunidade dos jesuítas de Nova Friburgo a ter acesso a pensadores como L. Wittgenstein entre outros (VAZ, 1976). Sempre que algum jesuíta se punha em viagem, nacional ou internacional, seja para estudos ou congressos, Roser fazia alguma solicitação. Na viagem do Vice- Provincial a Buenos Aires, ele solicita a compra de um livro de física geral lançado na Argentina por um professor da Universidade de La Plata, o autor era Loyarte R. G. ele diz, "creio que conta entre os melhores que temos nestas terras (curso e professor)".[96]

A organização dos laboratórios da companhia foi uma batalha que se iniciou no Colégio Anchieta e se estendeu até o Instituto de Física da PUC nos anos 1960. Roser foi uma pessoa destinada a mudar certas realidades. Ele queria modernizar o ensino de física de toda a companhia. Então, se engajou nesse propósito de planejar as atividades experimentais para solicitação dos equipamentos do laboratório didático. Que na época ficava no porão da casa de formação dos jesuítas[97]. A insistência de Pe. Roser para a compra de equipamentos para o laboratório, já o deixara em maus lençóis dentro da Companhia. Em certa ocasião, o Provincial lhe escrevera para repreendê-lo por se queixar a terceiros sobre a administração da Casa de Formação, que lhe parecia não se importar com suas solicitações para o laboratório[98]. Alguns meses depois, o Provincial recebe o balanço nada positivo da Casa de Formação e o sugere a buscar recursos em outros lugares para a compra de livros e equipamentos[99].

Outra situação difícil vivida por Roser nos tempos do Colégio Anchieta foi tentativa de instalar uma estação de rádio no Colégio São Luiz, em São Paulo. O problema dessa vez foi que ele se envolveu em um projeto que seguia em paralelo ao conhecimento da companhia, sem

[96] Carta de F. X. Roser ao Vice Provincial, em viagem à Argentina, Rio de Janeiro, 27/11/1946, Acervo da Cúria dos Jesuítas.

[97] Entrevista do Pe. Pescatori concedida ao Pe. Bruno Nobre S.J. (2017). Aluno do Colégio Anchieta nos anos de (1947-1951)

[98] Carta do Provincial para F. X. Roser, Rio de Janeiro, 22/07/1946, Acervo da Cúria dos Jesuítas.

[99] Carta do Provincial para F. X. Roser, Rio de Janeiro, 27/11/1946, Acervo da Cúria dos Jesuítas.

o conhecimento de seus superiores. O projeto envolvia a comunidade escolar e seculares. O provincial determinou que ele desconsiderasse o plano pelo motivo de não ter pessoas disponíveis para tocá-lo no local.[100]

Roser imediatamente se explicou perante ao provincial. Disse-lhe, "lastimo sinceramente e me penitencio disto, de que alguns esclarecimentos perdidos que forneci para S. Paulo tenham dado ocasião de aborrecimento." Para a companhia determinadas atividades deveriam ser observadas de perto por um padre, nesse caso ele, e não por professores seculares. O receio estava no afastamento da visão tomista por parte dos professores, sem a devida apresentação do contraditório. Roser reconheceu a fragilidade do projeto nesse ponto. "Se tivesse refletido nisso devagar poderia ter encontrado isso por mim mesmo." No entanto, ele afirma que não houve senão um mal-entendido em relação a possível pressão que fizera para que a estação fosse criada. "Não houve de minha parte insistência, nem impingimento por meio de terceiros ao colégio." Ele explica que através de uma amizade com o pai de aluno, construtor de aparelhos, esse se dispôs a colaborar com o colégio no que fosse preciso. A situação foi levada ao Reitor, que se alegrou com a iniciativa. Roser, então sugeriu que, em tempo oportuno, essa colaboração fosse realizada.

Ocorre que um dos professores do colégio havia manifestado o interesse em realizar o projeto de estação de rádio, no qual o mesmo pediu a Roser informações sobre circuitos eletroeletrônicos. A resposta dele foi que o professor procurasse o pai do aluno, Sr. Almeida, que lhe auxiliaria no projeto, assim não haveria necessidade do envio por Roser de esquemas de circuitos. Ele também já havia recorrido ao Sr. Almeida para compra de transformadores e válvulas em São Paulo, por não encontrar nas lojas do Rio de Janeiro. O padre e o professor do Colégio São Luiz não se conheciam, contudo tinha o interesse de fazê-lo pois, ele achava "bom que futuros físicos de profissão se pusessem em contato com pessoas provectas no mister".[101]

A conclusão da história foi de que Roser, no afã de contribuir com o professor do colégio em seu projeto oferecendo-lhe soluções, acabou sendo mal interpretado pelos superiores. O projeto não era dele, apenas se dispôs a ajudar a distância por entender que atividades como essa deveriam ser prática corrente no ensino de ciências. Assim, com muita modéstia Roser se desculpou a seus superiores pelo mal-entendido. Em Resposta, o provincial compreendeu o

[100] Carta do Provincial para F. X. Roser, Rio de Janeiro, 26/09/1946, Acervo da Cúria dos Jesuítas.

[101] Carta do Provincial para F. X. Roser, Rio de Janeiro, 29/09/1946, Acervo da Cúria dos Jesuítas.

ocorrido, mas solicitou a ele que dissuadisse o professor da ideia na ocasião, pois o ambiente e o momento não eram oportunos[102].

Seu interesse por discutir a física moderna e apresentar as novas descobertas científicas com seus alunos, a ciência de fronteira de seu tempo, em 1944, o fez organizar um curso de dez dias no Colégio Anchieta, que fora ministrado por Bernhard Gross, importante físico do período, que trabalhava no INT, cujo campo de atuação era os raios cósmicos e o estudo de dielétricos. O conteúdo das conferências foi sobre a radiação cósmica. Ao final do evento, os noviços precisavam apresentar trabalhos relacionados à física, matemática e à filosofia (MAIA, 1991). Entendemos que a aproximação com Gross, é um exemplo de que Roser falou ao professor do Colégio São Luís, sobre a necessidade de que físicos se colocassem em contato para colaborações. Essa relação entre os dois físicos, iniciada no começo dos anos 1940 se estenderia em muitos projetos nas décadas seguintes, como as pesquisas em *fallout* radioativo, laboratório de dosimetria e aulas na PUC-RJ.

O professor Roser tinha sensibilidade, sabia traduzir o difícil conhecimento científico em algo fácil para os alunos do filosofado, pois entendia o tipo de aluno que tinha em suas mãos. Seu empenho em clamar por melhorias das condições de trabalho, como a compra de equipamentos e livros, visava uma formação moderna para os futuros jesuítas. Ele buscava estimular a curiosidade da classe e provocava questionamentos, oferecendo-os uma literatura especializada com as questões de seu tempo, como por exemplo a física moderna. Roser adaptava situações didáticas ao Ratio Studiorum, para melhor engajar os estudantes nos assuntos científicos. Utilizamos as palavras de Pe. Pescatori, que o conheceu em ação ainda no Anchieta, para caracterizar o professor Roser nos tempos que ensinava no filosofado: “Era um cientista de valor. Era uma pessoa profundamente humana, dócil, formidável e alegre. Um importante físico, mas humilde”[103].

[102] Carta do Provincial para F. X. Roser, Rio de Janeiro, 02/10/1946, Acervo da Cúria dos Jesuítas.

[103] Entrevista do Pe. Pescatori concedida ao Pe. Bruno Nobre S.J. (2017). Aluno do Colégio Anchieta nos anos de (1947-1951).

2.7 A MISSÃO DE CONSTRUIR UM CENTRO DE ESTUDOS CIENTÍFICOS NA UNIVERSIDADE CATÓLICA

A elevação da Universidade Católica à categoria de Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), em 20/01/1947 (PUC-RIO, 2022), surge como uma alternativa na cidade ao ensino superior vigente. Buscava-se promover uma formação universitária alinhada com o renascimento filosófico católico, cuja finalidade seria ressocializar as elites dirigentes segundos princípios ético religiosos (SEGENREICH, 2011). Há duas décadas a igreja combatia o positivismo impregnado nos cursos superiores brasileiros, que desencorajava a fé das elites dirigentes. Contudo, desde o início a PUC se institucionalizaria como um centro de excelência acadêmica e não como um centro de evangelização como os seus pioneiros intelectuais defendiam, Alceu de Amoroso Lima, por exemplo. Outro fato que corrobora com isso foi a criação da faculdade de Teologia, em momento posterior (SALEM, 1982).

No início do ano de 1947, chega em Nova Friburgo um pedido de transferência de Roser para o Rio de Janeiro, cujo conteúdo:

> Venho pedir-lhe, talvez um sacrifício. Depois das devidas consultas resolvi transferi-lo para o Colégio Santo Inácio, onde terá a física e, em combinação com o R.P. Franca, estudará a possibilidade de criar na universidade católica o ramo de Ciências, que ainda falta. Dessa forma nossos escolásticos poderão também aproveitar esta possibilidade. Peço venha logo que puder, para introduzir em Friburgo seu sucessor. [104]

A sua escolha para conduzir esse processo decorre, não somente, de ser o único com credenciais para realizá-la naquele momento, mas também precisamos destacar que sua dedicação como professor da parte científica mostrara sua capacidade de gerir e executar processos de idealização e concretização, em prol de um melhor ensino de ciências dentro do filosofado. Em seu lugar ficou o Padre Almeida, recém-chegado dos estudos no exterior, não sabemos qual a sua formação, mas segundo o Pe. Pescatori ele foi o substituto de Padre Roser no Colégio Anchieta, ficara incumbido de terminar as ações nos laboratórios encomendadas por Roser.[105]

Um traço da personalidade de Roser é que não era de muitos amigos, apesar de ser uma pessoa agradável. Boa parte do tempo se mantinha sozinho, quando não estava no exercício da

---

[104] Carta do Provincial para F. X. Roser, Rio de Janeiro, 05/02/1947, Acervo da Cúria dos Jesuítas

[105] Entrevista do Pe. Pescatori concedida ao Pe. Bruno Nobre S.J. (2017). Aluno do Colégio Anchieta nos anos de (1947-1951)

função sacerdotal ou professoral. “Sempre me defendi de relações sociais. Quando sai de Friburgo depois de 7 anos apenas precisei me despedir de três pessoas.”[106]

No ano de 1948, acontece a criação da Escola Politécnica abrindo a possibilidade para a criação dos departamentos científicos na universidade. Roser e o engenheiro e professor Del Castilho idealizaram a empreitada que se concretizaria plenamente nos anos 60. Ambos compartilhavam das mesmas ideias acadêmicas renovadoras para o campo técnico-científico. O Padre Cullen nos conta, que para eles, o fato da PUC ser pequena estaria aberta a novas ideias e poderia operar como uma universidade experimental, acabando, por exemplo, com o professor catedrático, que para muitos, à época, engessava as mudanças que se faziam necessárias nas universidades públicas. Além disso, eles não concebiam um bom departamento de engenharia sem bons departamentos de física, matemática e química, e estes sem pesquisa científica. Desse modo, o estudo científico deveria ser apresentado aos estudantes como um esforço da busca pela verdade e não como um receituário para resolver problemas livrescos (CULLEN, 1984). Esses pontos aqui levantados vão ao encontro dos anseios da geração de cientistas, do final da primeira metade do século XX, simbolizados no discurso de posse de José Leite Lopes para a cátedra de Física Teórica, da Faculdade Nacional de Filosofia, em 1948 (LOPES, 2004).

A PUC estava atenta aos problemas do ensino superior e no interesse do país pela industrialização, que nesse caso provocariam aumento de demanda por gente especializada no mercado profissional. Até aquele momento, na capital, havia apenas a Universidade do Brasil formando engenheiros. O Reitor, o Padre Leonel Franca, no discurso de criação do da Escola Politécnica da Universidade Católica, em presença do Presidente Eurico Gaspar Dutra, dizia-se orgulhoso de sua instituição que estava a servir ao Brasil na exigência iminente de formar quadros técnicos para todos os domínios da atividade industrial. Mas também aproveitou o momento para expressar os fundamentos que nortearam a empreitada acadêmica - a marcada oposição ao positivismo científico entranhado nas estruturas universitárias do período que ajudava a corroer a moral cristã.

> A Universidade Católica, S.r. Presidente, é uma destas iniciativas livres, que prendem suas raízes nas tradições espirituais mais fundas da história da nacionalidade...ela vem se esforçando com lealdade, honestidade e constância para dotar o país de um grande centro de cultura superior onde a família brasileira encontre para os seus filhos não só foco de irradiação científica da mais alta intensidade senão também uma atmosfera de elevação moral onde se possa temperar os caracteres na prática do bem e no exercício das virtudes que aprimoram o cidadão e dignificam o homem (FRANCA, 1954, p. 141).

[106] Carta de F. X. Roser ao Provincial, Chicago, 05/03/1948, Acervo da Cúria dos Jesuítas

Desde a década de 1920, os católicos empreenderam um movimento de reposicionamento da Igreja Católica dentro da sociedade. A igreja se via perdendo espaço para outras religiões, assistia a forte presença da maçonaria e do positivismo junto às elites brasileiras e temia os avanços dos movimentos materialistas e comunistas que se tornavam mais indistintos nos grandes centros urbanos do país. Além do mais, a Igreja Católica havia perdido a oferta do ensino religioso nas escolas, espaço importante e valioso para recursos de poder e mudanças sociais profundas (SALEM, 1982; SEGENREICH, 2011).

A República deu à Igreja liberdade institucional, mas ela acabou relegada ao segundo plano. O laicismo era um dos princípios republicanos e isto enfraquecia a influência católica na sociedade, principalmente nas classes dominantes política e econômica do país que flertavam com os crescentes ideais republicanos franceses do século XIX, um deles o positivismo comtiano. Segundo Salem, das ações perpetradas pelos católicos, encampadas pelo Cardeal Leme, foi o revigoramento dos laços com o laicato com o propósito de combater bases agnósticas. O conhecimento secular não seria desprezado pelos eclesiásticos, mas aprendidos para, em seguida, serem subvertidos à lógica tomista-aristotélica.

Diante dessa conjuntura, compreendemos que a Escola Politécnica da PUC deveria primar não só pela qualidade, mas também para uma formação mais humanista de seus futuros engenheiros, marcando nesse ponto a diferença com as outras escolas. Por conseguinte, um Centro de Ciências deveria corroborar para essa formação mais escolástica associada à moral cristã.

Destarte, Roser foi incumbido pelos seus superiores, por ser o mais qualificado, nesse segmento científico-escolástico, presente nos quadros da companhia naquele momento. Além da sólida formação escolástica advinda de sua formação como jesuíta (brasileira e europeia), Roser era especialista em ciências, versado em física moderna. Sua preocupação com a infraestrutura dos laboratórios e com livros para a biblioteca nos colégios, como nos relatam (NOBRE; VIDEIRA, 2018), demonstram seu engajamento com a prática e o ensino das ciências, e sobretudo com a organização e gerenciamento desses espaços.

De volta ao Colégio Santo Inácio, após 13 anos de seu período como professor de ciências (1930-1933), Roser assumiu a posição de professor de física do curso científico[107]. O colégio possuía um corpo discente privilegiado, e crentes na superioridade de suas qualidades

[107] Instituído por decreto-lei 4.244, de 9 de abril de 1942, que criou a seriação do curso secundário, dividindo-o o colegial em clássico e científico. Na modalidade científico, as disciplinas matemática, física, química e biologia, possuíam maior amplitude de conteúdos em comparação com o clássico, artigos 15 e 16.

morais e intelectuais, se comparado com as demais escolas de seu entorno. A visão da instituição era formar a juventude para o sucesso, para a realização pessoal, sem deixar de levá-los a refletir sobre o sentido da vida. Os colégios católicos, a partir de movimentos culturais que provocaram mudanças sociais que descambariam nos chamados "anos dourados" (1950-60), sofrem reorientações pela igreja, promovendo mudanças na missão educacional.

> Essa prática pode ser percebida através da forma como a Igreja lida com a relação entre ciência e fé. Ao acreditar que a universidade, destino natural de seus ex-alunos, só cumprirá a sua função caso esteja atrelada aos princípios cristãos, resolve criar, em 1941, no Rio de Janeiro, uma universidade católica para assim garantir a continuidade da formação da juventude católica carioca segundo os moldes da pedagogia católica (WAIDENFELD, 2008, p. 5).

Presumimos que esses mesmos princípios guiavam também a diretriz pedagógica do Colégio Santo Inácio, administradas por jesuítas como a Universidade Católica. O corpo docente do colégio era composto tanto por seculares quanto por padres da companhia. Sendo que no campo científico somente Roser tinha formação jesuíta, os demais eclesiásticos atuavam em disciplinas de religião.

A simpatia de Roser parece ter encantado os alunos do Santo Inácio, pois em seu segundo ano como professor ele foi escolhido para ser o paraninfo da turma. Homenagem dada aos professores que conseguem escrever uma história de destaque e entrega aos seus alunos. O jeito amável, dócil e zeloso para com seus pupilos deve ter contribuído para sua escolha.

Infelizmente, não tivemos acesso aos planos de aula, materiais didáticos ou documentos desse período, para que pudéssemos traçar seu perfil como professor. Apenas algumas poucas cartas, na qual pudemos depreender que Roser esteve em Nova York, no início do ano letivo de 1948 para fazer compras em geral para os colégios da Companhia de Jesus, para seu laboratório de física no colégio, mas já pensando na missão do centro científico da católica. Dentre os equipamentos comprados, tinha-se: um osciloscópio, voltímetro à válvulas, estroboscópio eletrônico, resistências de cursor, eletrômetros, motores de rotação de vários tamanhos, multímetros e algumas miudezas eletroeletrônicas. Ele tinha interesse em comprar um gabinete completo de física, mas precisava do aval dos superiores.

Sua rotina de compras era peregrinar pela fria cidade novaiorquina atrás de preço e fornecedores, por muitas vezes precisou ficar no quarto por conta de implicações do severo inverno daquele ano. Na ocasião, se, pois, em contato com comandante Álvaro Alberto por conta de uma bolsa (não se tem conhecimento da natureza da mesma e qual sua finalidade para Roser ou outrem). Ele também realizava tarefas na província de Nova York em troca dos

favores que estava recebendo pela estadia concedida. Em alguns momentos por se deparar com algumas adversidades em relação ao trabalho que prestava nos EUA. Uma dessas ações incluía angariar fundos para província brasileira através de mecenas americanos, como a família Ford.

> Enfim, é tudo pela universidade, os padres daqui me animaram muito a não desanimar e fazer do melhor modo possível (ainda que eu não esteja muito convencido de ser particularmente feliz nesta espécie de negócios; para isto precisaríamos ter algum parente de judeu. [...]
> Em negócio de pedir favores é isto o mais difícil do que em qualquer outro ponto. É uma das piores penitências minhas esta de ter que fazer isto, mas enfim faço isto movido pela obediência.[108]

Esteve na Universidade Fordham, instituição jesuíta, atual local de trabalho de Victor Hess. Provavelmente, uma das razões da viagem, além das compras, se aconselhar com o antigo professor sobre a missão de criar um centro de ciência em sua companhia para servir a universidade. Nas visitas, ele descobriu que a universidade estava vendendo materiais eletromecânicos novos que eram sobras da guerra e sugeriu a compra desses equipamentos para a província brasileira, que foi acatado pelo provincial[109].

Dez anos após sua formação, em Innsbruck, sob a orientação de Victor Hess, novas descobertas científicas haviam provocado enormes avanços teóricos e técnicos na física. O conhecimento sobre radioatividade levara o homem a desenvolver a bomba atômica e um novo e promissor campo de investigação, a física de partículas. Ainda que Padre Roser fosse doutor em física, formado num centro científico ativo e respeitado da Europa, as transformações ocorridas na física foram muito rápidas e robustas do ponto de vista do conhecimento da matéria nuclear através de uma numerosa produção científica, em grande parte desenvolvidas nas escolas americanas de ciências e tecnologia. Consequentemente, tornara-se latente sua necessidade da reciclagem de seus conhecimentos sobre a física moderna para a coordenação do futuro centro de ciências da católica.

Entendia que o centro deveria corresponder às expectativas modernas de realização de pesquisas básicas e não só a transmissão do saber livresco. Para isso, ele precisaria equipar os laboratórios com instrumentos e aparelhagem para o cumprimento das ementas de ensino e também para a realização das pesquisas de fronteira no campo científico, em especial da física. Por essa razão, Roser toma três atitudes visando o projeto científico idealizado pelo Pe. Franca, primeiro Reitor da Universidade Católica e antigo professor de Roser no filosofado, são elas:

---

[108] Carta de F. X. Roser ao Provincial, Chicago, 05/03/1948, Acervo da Cúria dos Jesuítas

[109] Carta do Provincial para F. X. Roser, Rio de Janeiro, 18/03/1947, Acervo da Cúria dos Jesuítas

retomar suas pesquisas; se aproximar da comunidade científica brasileira, em especial no Rio de Janeiro; e atualizar seus conhecimentos sobre a física moderna.

2.7.1 Os estudos sobre a eletricidade atmosférica no eclipse de Bocaiúva (1947)

O biênio vivido por Roser no Rio de Janeiro (1947-1948) foram de suma importância para a física brasileira, fora os anos em que César Lattes trabalhando no laboratório de C. Powell, em Bristol, descobre o méson-π por meio de radiação cósmica, uma das descobertas mais importantes da física daquele período, detectado através da técnica de emulsão. No ano seguinte, 1948, detectou a mesma partícula gerada por aceleradores, em Berkeley (COSTA RIBEIRO, 1955). O jovem cientista brasileiro tornou-se prestigiado internacionalmente. Aqui no Brasil, sua fama uniu cientistas em torno de sua figura em prol de uma renovação na forma de se fazer ciência no país: clamava-se por políticas de apoio ao desenvolvimento da pesquisa em ciência-tecnologia cuja finalidade seria tirar o Brasil do atraso econômico e tecnológico superando o subdesenvolvimento. Sua figura mobilizou vários setores da sociedade com agendas variadas, como melhorias das condições de trabalho nas universidades, apoio à industrialização e formação de recursos humanos, ampliação da matriz energética e segurança nacional (ANDRADE, 1999).

Após seu retorno de Nova York, Padre Roser retoma as atividades no Colégio Santo Inácio, onde além das aulas de física para o científico, também era responsável pelo gabinete de física e pelos museus de mineralogia e história natural (CULLEN, 1967). Era uma rotina de estudos, planejamento de aulas, gestão dos espaços científicos e obrigações sacerdotais. Mas nessa época, Roser volta a se aproximar de Bernhard Gross e Joaquim da Costa Ribeiro. Este último estava desenvolvendo pesquisas sobre radioatividade no Túnel da Moeda (MG) sobre as aplicações de teor iônico do ar à pesquisa e à prospecção de minerais radioativos (SILVA-FILHO, 2013). Já Gross, também estava trabalhando com radioatividade, a partir de subsídios governamentais obtidos através do Cel. Bernardino de Matos, construiu medidores Geiger-Muller e estava estudando *fallout*[110] (GROSS, 2010).

Como já dito, entendemos que a missão de criar um instituto de ciências na PUC fez com que Roser se reaproximasse de Gross, e àquela altura também de J.C. Ribeiro. Com eles, em 1947, colaborou nas pesquisas realizadas em Bocaiúva (MG) sobre as variações da eletricidade atmosférica durante o eclipse solar.

[110] Explicação sobre este termo no capítulo 6.

O Eclipse de Bocaiúva, ocorrido cerca de 30 anos após o importante eclipse de Sobral que comprovou a teoria da relatividade geral proposta por Albert Einstein, foi um evento científico ocorrido no Brasil com destacada repercussão internacional. O acontecimento contribui para dar à prática científica uma grande importância social, mas a espetacularização em cima desse fato também teve o papel de afastar o público leigo da compreensão dos processos de produção do conhecimento (TAVARES, 2010). A estação de rádio americana NBC montou uma estação de transmissão em Bocaiuva para noticiar todas as fases do eclipse (SOUZA, 1948).

Comitivas americanas, soviéticas, finlandesas, entre outras estiveram presentes nessa pequena cidade do interior de Minas Gerais, quanto nas cidades vizinhas. Os motivos das expedições eram diversificados: estudos da cromosfera solar, da ionosfera terrestre, a medição exata distância entre o continente Sul-americano e a África, e verificar ainda alguns pressupostos da teoria da relatividade etc.

Havia duas comitivas brasileiras na Fazenda de São Marcos, uma delas era composta por J. C. Ribeiro, B. Gross e F. X. Roser interessados em medições da eletricidade atmosférica. O trio ficou junto da comitiva finlandesa. A 5 km da fazenda estava a delegação americana, liderada Lyman James Briggs (1874-1963), diretor da National Bureu of Standards. O jornal carioca A Noite cobriu o evento registrando a passagem da comitiva carioca:

> Aqui estão mais: professor Costa Ribeiro representando a faculdade de Filosofia, assistido pelo Padre Roser, e o Professor Benhard Gross, pelo Instituto Nacional de Tecnologia [...]
>
> Apesar da modesta aparelhagem das missões brasileiras e finlandesas, esperam elas fazer valiosa pesquisas durante os eclipses (SOUZA, 1948).

Os resultados do experimento realizado pelos cientistas do Rio de Janeiro foram apresentados através de uma comunicação na 11ª Reunião da Associação de Física Argentina, no mesmo ano (RIBEIRO; GROSS; ROSER, 1948). Na ocasião, foram realizadas medidas do gradiente de potencial elétrico e do conteúdo iônico do ar, a partir do solo antes, durante e depois do eclipse. Utilizaram-se equipamentos como eletrômetros e sondas radioativas para medição da parte elétrica e uma aspirador para as partículas iônicas. Para a determinação de temperatura seca e úmida usou-se um psicrômetro[111] e barômetros.

Os resultados revelaram que houve uma diminuição do gradiente de potencial elétrico e um aumento do conteúdo iônico. As curvas obtidas de potencial elétrico e conteúdo iônico

[111] Avalia a quantidade de vapor no ar.

foram comparadas com as de temperatura e higroscópica do ar local. Foram calculadas também valores para componente vertical iônica positiva, onde constataram uma acentuada queda durante o evento. Foram observadas um atraso mínimo da curva de ionização em respeito ao do estado higroscópico, mostrando que a variação da primeira não dependia da segunda. Contudo, havia semelhanças entre os gráficos que pareciam indicar que as consequências observadas possuíam a mesma causa, porém com processos e parâmetros diferentes.

Por meio desse episódio, vemos que Roser ocupava uma posição secundária entre os cientistas do Rio de Janeiro, Gross estava cerca de 15 anos no Brasil e já havia construído uma carreira científica de destaque pela sua produção. Joaquim da Costa Ribeiro também estava na mesma situação de respeito que o primeiro. Nos anos 1940, sua produção científica foi pujante, em 1942 havia descoberto o efeito termo-dielétrico que leva seu nome, considerado pioneiro do ramo da matéria condensada no Brasil.

Com a missão que lhe fora confiada, Padre Roser precisava estar ativo cientificamente. Ele se aproxima de Gross e Costa Ribeiro, cientistas experimentais da capital carioca, se colocando diante de problemas científicos concretos ao lado de dois respeitados profissionais do cenário científico nacional. Padre Roser tinha plena consciência de que ciência não se fazia isolado em laboratório, nem apenas lendo livros, mas praticando.

Outra coisa que observamos foi que a despeito da repercussão internacional que o eclipse de Bocaiúva teve e de sua importância científica, não encontramos registros de publicações científicas nos Anais da ABC sobre o assunto, o principal veículo de comunicação científica brasileira naquela época. Por conseguinte, o único registro seria a comunicação à reunião da sociedade de físicos argentinos. A explicação é que, de fato, poucos cientistas brasileiros se mobilizaram para investigar o eclipse, além de Roser e seus colaboradores. A outra comitiva brasileira presente no eclipse de Bocaiúva era composta por um professor e dois alunos da Escola Nacional de Engenharia, no qual não sabemos o tipo de atividade científica por eles realizadas. Para constar, também havia militares interessados em ciências, mas sem um programa a ser desenvolvido pela instituição (SOUZA, 1948). Marcelo Damy fez pesquisas sobre raios cósmicos e o refluxo das ondas elétricas, contudo suas observações foram realizadas de São Paulo na cidade de Bebedouro.[112]

[112] Reportagem publicada no Jornal A Manhã: “O eclipse em outras cidades”, capa, 21_05_1947. Não tivemos acesso aos dados obtidos por sua pesquisa.

2.8 A FUNDAÇÃO DO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS E A ORIGEM DA RELAÇÃO COM CÉSAR LATTES

Nos anos 40, como já vimos nas seções anteriores, Padre Roser se dedicou aos colégios da companhia, sem desenvolver pesquisas experimentais no campo dos raios cósmicos. Ele praticamente atuou como professor de física nos cursos de ciências da Companhia de Jesus (questões científicas, física e matemática superior no filosofado) também atuou como encarregado do Gabinete de Física, e dos Museus de Mineralogia e História Natural (CULLEN, 1967). Sobre essa defasagem, ele escreveu:

> De fato trabalhei os 4 primeiros anos em Friburgo [Colégio Anchieta] com afinco para completar as muitas lacunas que me restavam, ter passado por um curso universitário muito apressado e sobrecarregado, mas antes de poder terminar o programa fui feito superior e depois vim para o Rio [Colégio Santo Inácio]. Isto me prendeu de tal modo que não pude mais fazer nada de novo, ficando, pois, definitivamente desfalcado e impossibilitado em tomar parte em qualquer coisa que passasse um pouco do nível secundário.[113]

O fim da guerra, em 1945, trouxe a ciência para o centro da cena política para muitas nações do globo. Com o Brasil não foi diferente, a energia nuclear se tornou objeto de cobiça principalmente para países atrasados como o nosso, que possuíam grandes jazidas de material radioativo, como tório. O país, a partir do Estado Novo, ensaiava se industrializar para vencer o atraso econômico, contudo sua matriz energética baseada em lenha não permitia. Então, a energia nuclear passou a ser o ideal a ser seguido depois do petróleo. Alguns fatores combinados nos campos da economia, política, defesa, educação e científico-tecnológico, levaram setores da sociedade a se preocuparem com o desenvolvimento de um programa atômico (ANDRADE, 1999; MOTOYAMA, 2004).

A tecnologia gerada pelo conhecimento atômico foi desenvolvida por físicos, não havendo quadros de engenheiros com aquele conhecimento de vanguarda à época, por conseguinte, aqui no Brasil haveria a necessidade da formação desses quadros. A descoberta do méson-π, por César Lattes, foi a peça que faltava para fazer a roda da ciência girar em nosso país. Naquele momento, era preciso pegar o trem da história para não correr o risco de ficar para trás. Lattes e outros jovens físicos da primeira geração profissional, com trabalhos realizados no exterior, estavam ávidos para desenvolver pesquisas no seu país. Contudo, eles precisavam de ambiente para isso e a corrida para o domínio da energia nuclear foi a

[113] Carta enviada pelo Padre Roser ao Padre Provincial, em 25/01/1950, em Chicago.

oportunidade (COSTA RIBEIRO, 1955; MOTOYAMA, 1979; ANDRADE, 1999; VIEIRA; VIDEIRA, 2007; TAVARES; VIDEIRA, 2020).

A respeito dessa história, sabemos que o CBPF foi criado para promover a formação de quadros técnicos e científicos no campo atômico, em 1949. Isto se deveu a estrutura obsoleta das universidades, que não permitiam que a pesquisa científica prosperasse dentro dos seus domínios. A comunidade acadêmica interessada em mudanças do ambiente apontava os seguintes entraves ao desenvolvimento da pesquisa científica: ausência de laboratórios, carência de livros especializados e atualizados com os conhecimentos da época, indisponibilidade para dedicação exclusiva aos que desejassem e um currículo desatualizado para o desenvolvimento da física (ANDRADE, 1999).

Nessa mesma época, a PUC atenta aos problemas do ensino superior, ciente dos desafios que o projeto do país pela industrialização nacional produziria em relação a formação de recursos humanos para a nova demanda profissional de engenheiros, especialista e técnicos, cria a sua Escola Politécnica. Até aquele momento, na capital, havia apenas a Universidade do Brasil formando engenheiros.

Desde a década de 1920, os católicos empreenderam um movimento de reposicionamento da Igreja Católica dentro da sociedade. A igreja se via perdendo espaço para outras religiões, assistia a forte presença da maçonaria e do positivismo junto às elites brasileiras e temia os avanços dos movimentos materialistas e comunistas que se tornavam mais indistintos nos grandes centros urbanos do país. Além disso, a Igreja Católica havia perdido a oferta do ensino religioso nas escolas, espaço importante e valioso para recursos de poder e mudanças sociais profundas, como já observado em seções anteriores. Assim, tinha se dignado a atuar na formação da intelectualidade brasileira fundamentada na moral cristã.

Diante dessa conjuntura, a criação da Escola Politécnica da PUC, em 1948, deveria primar não só pela qualidade no ensino das técnicas e dos fundamentos científicos e tecnológicos, mas também para uma formação mais humanista de seus futuros engenheiros, marcando nesse ponto a diferença com as outras escolas. Por conseguinte, um Centro de Ciências deveria corroborar para essa formação mais escolástica associada à moral cristã.

Discutimos a primeira viagem de Roser aos EUA em 1948, onde esteve na Província dos Jesuítas em Nova York, basicamente para fazer compras para o seu laboratório no Colégio Santo Inácio e demais aquisições para a sua província, porém se pôs também em contato com seu antigo professor Victor Hess[114]. Concluímos que essa viagem teve um caráter de sondagem

[114] Ver seção 1.6.

e de aconselhamentos com o antigo mestre. Logo em seguida, em seu regresso ao Brasil, esteve junto a Joaquim da Costa Ribeiro e Bernhard Gross na sua primeira expedição científica em terras brasileiras, ocorrida me Bocaiúva, dez anos após sua formação na Áustria.

Recomendamos a leitura da referência (ANDRADE, 1999) para maiores detalhes sobre as razões da criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). No final do ano de 1948, Padre Roser participou da primeira reunião, para a criação desse centro de pesquisas nacional, realizada na casa de João Alberto Lins de Barros[115]. Um grupo, de trinta e seis pessoas, composto por cientistas, militares, políticos, empresários e familiares foram os primeiros fundadores do centro de pesquisas. Andrade nos explica que a lista foi elaborada pelos idealizadores da instituição, a partir de nomes de colegas, de familiares e dos que já estavam a par do assunto, que foram lembrados por serem considerados capazes de favorecer futuras alianças (ANDRADE, 1999). Ao longo do ano seguinte, mais pessoas entraram na lista. No momento da fundação, em janeiro de 1949, o centro contava com 116 sócios fundadores e não passava de uma ata registrada em cartório, como disse Lattes em uma entrevista[116]. Os primeiros aportes financeiros foram obtidos através de mecenato científico e através de contribuição governamental. Segundo Andrade, havia três razões para as doações dessa lista tão heterogênea de mecenas. A primeira, a possibilidade de negociações futuras, a segunda pela via familiar que envolviam os principais fundadores e a terceira razão estava a crença dos que não podiam ficar alheios aos avanços da ciência.

O departamento de física da PUC-RJ foi uma das instituições doadoras do CBPF, repassando um valor de US$ 1.776,00[117](em 1949). Os valores das cotas doadas foram de acordo com o cedente, por exemplo, o banqueiro Mário de Almeida doou cerca de US$ 180 mil, já pessoas comuns doaram, em média, cerca de US$ 350.

A participação dos católicos nesse projeto científico deve ser interpretada como parte da estratégia de aproximação da Igreja junto às elites através da educação superior como idealizada pelo movimento conhecido como reação católica (SALEM, 1982). A tradição jesuíta com a ciência é estreita e pode ser observada ao longo da história da Companhia de Jesus, principalmente na Europa até o século XVIII (VALLINA, 2014). Levando esse ponto em

[115] Pernambucano, (1897-1955), foi um militar e político brasileiro. Ele foi mais conhecido por ter sido o interventor federal no governo de São Paulo, em 1930, no Estado Novo. Seu perfil era de um visionário, se empolgou com o sucesso de Lattes e das possibilidades da energia nuclear para o progresso brasileiro.

[116] Entrevista concedida a Micheline Nussenzveig e Cássio Leite Vieira (Ciência Hoje) e Fernando de Souza Barros (Instituto de Física, UFRJ).Entrevista concedida, disponível em: http://www.canalciencia.ibict.br/ciencia-brasileira-3/notaveis/287-cesar-lattes

[117] Valores de 1997, ver Andrade (1999), p.76.

consideração, a presença da Igreja em assuntos científicos era importante para marcar posição e se fazer representada nos círculos por onde a ciência fosse discutida e, naquele momento, a produção da energia nuclear em nosso território era o assunto do momento.

Por outro lado, a oportunidade de oferecer aos seus alunos da politécnica um ambiente de ensino mediado por pesquisa através da parceria com o promissor CBPF, com cientistas profissionais e desenvolvimento de pesquisas de fronteira, deve ter seduzido os membros da católica, em especial o Padre Roser, que provavelmente, persuadiu seus superiores ao investimento.

No início de 1949, Roser retorna aos EUA, os motivos dessa nova viagem não nos são muito claros. Contudo, o que sabemos por intermédio de Andrade (2002) foi que Roser participou da famosa primeira reunião de físicos do CBPF que ocorrera Princeton, em março daquele ano, por intermédio de um evento científico organizado pelo físico Robert Oppenheimer (1904-1967). Dos brasileiros participantes dessa reunião tínhamos Cesar Lattes (1924-2005), José Leite Lopes (1918-2006), Jayme Tiomno (1920-2011) e Hervásio de Carvalho (1916-1999) e o próprio Padre Roser. A famosa foto, hoje presente no hall dos elevadores do CBPF, que contém os quatro primeiros físicos brasileiros mais o japonês Hideki Yukawa (1907-1981), que seria laureado com o Nobel de 1949, presume-se que tenha sido retirada por Roser (Figura 16). Esse episódio marca uma importante virada na vida do cientista Roser, que se aproxima de Cesar Lattes, que lhe daria orientações na sua busca por atualização dos novos conteúdos da física nas universidades americanas, com intuito de que a igreja católica pudesse colaborar com o esforço brasileiro de entrar na rota das grandes descobertas científica alcançada pelo estímulo a pesquisa básica conforme as grandes nações desenvolvidas.

Figura 16: A foto emblemática dos fundadores do CBPF, em Princenton, 1949, que marca a primeira reunião do CBPF

.

Lattes, Yukawa, Schuetzer (em pé) e Hervásio, Leite Lopes e Tiomno (agachados), presume-se que foi tirada por Padre Roser que também esteve no evento organizado por R. Oppenheimer. Fonte: biblioteca.if.ufrj.

3 A CIÊNCIA SOB A PERSPECTIVA TOMISTA: OS TEXTOS PRODUZIDOS POR ROSER À COMUNIDADE INTELECTUAL CATÓLICA

Neste capítulo, nós apresentaremos uma breve discussão dos textos sobre filosofia da ciência escritos por Roser que foram publicados na Revista Verbum, uma publicação trimestral, criada em 1944, que tinha por objetivo ser uma revista de cultura universitária fundamentada na moral cristã visando o intercâmbio com instituições similares tanto nacional quanto internacional (PUC-RIO, 2022). Abordaremos de forma sucinta três artigos nela publicados. O primeiro Física e Filosofia Natural, com duas edições, cuja segunda foi publicada pelo Ministério da Educação e Saúde, em uma série de artigos de filosofia, a qual usamos para a discussão nessa seção.

Nosso intuito é compreender as ideias do Padre Roser sobre ciência, em especial sobre a física, e suas relações com a visão científica dos jesuítas. Ressaltamos que daremos mais destaque a essa publicação pela profundidade que ele, Roser, apresenta sua visão científica. Os demais textos, Newton e Leibniz em face do Neopositivismo (1948) e A Unidade do saber Humano em face do neopositivismo (1952) serão descritos de forma mais sucinta, porém não menos importantes.

Havia um entendimento, por parte do Roser, de que a física moderna abriu novas possibilidades para a filosofia natural no início do século passado. Essa oportunidade antes esteve fechada por causa da consolidação da física clássica no final do século XIX.

O desenvolvimento da física atômica trouxe novos paradigmas de interpretação científica, abrindo novas possibilidades para o conhecimento filosófico, como colaborar no entendimento dos surpreendentes fenômenos descobertos no início do século passado. Padre Roser via a física como uma ferramenta teórica promissora para o entendimento da natureza, mas que precisava ir além dos dados sensíveis e da matematização descomedida para a compreensão das causas primeiras, extrapolando o conhecimento para outros campos científicos, tal como, a ciência das coisas vivas, a biologia. A junção da física, da filosofia e da biologia permitiria à ciência acesso a uma cosmovisão mais completa, compondo os fundamentos de uma nova ciência, fruto dessa combinação de esforços, chamada de biótica.

3.1 O ÁTOMO E A CRISE DA FÍSICA CLÁSSICA

No final do século XIX, os cientistas acreditavam estar próximos de uma descrição completa do universo, seria o triunfo do mecanicismo newtoniano, símbolo do ideal positivista. Mas a interpretação dada por Max Planck sobre a radiação do corpo negro, em 1900, propondo a teoria dos quanta, como, cinco anos depois, Einstein, com o estudo do efeito fotoelétrico, e em 1906, Bohr com a explicação do átomo de hidrogênio, promovem o início de uma nova era na física, a era quântica. A teoria foi profundamente debatida e aprimorada pelos melhores físicos da época. No entanto, todo aquele corpo teórico da física clássica determinística que parecia sólido, foi substituído. Nos anos 20, a física quântica (como passou a ser chamada) era governada pelos princípios da Incerteza e da complementaridade e fundamentada pela mecânica quântica. Era uma física probabilística, em que a posição ou o movimento não era passíveis de serem conhecidos simultaneamente (MCEVOY; ZARATE, 2013).

Nesse novo cenário, novas questões se colocavam e repostas precisavam ser dadas. Max Planck argumentava que o conhecimento não estava contido apenas na compreensão dos dados sensíveis, mas que havia necessidade, mesmo que mínima, da análise metafísica[118].

3.2 ROSER E A QUERELA CIENTÍFICA DA VERDADE

Foi nesse contexto que o Padre Roser se formou em física, se tornou professor e alguns anos depois recebeu a incumbência de seus superiores de montar o Instituto de Física da PUC-Rio. Na visão dele, o olhar para metafísica seria vantajoso para a conquista da verdade científica, porque permitiria a transfusão de concepções e intercâmbio de ideias entre diferentes domínios científicos, na busca da unificação de conceitos.

O ideal científico estava na busca das verdades da natureza, ou seja, chegar ao conhecimento propriamente dito. Nesse sentido, qual seria a ideia de Roser sobre o conhecimento? Seu entendimento era de que todo objeto de estudo (material ou ser) possuía propriedades que serviam para o exame do objeto, cuja finalidade era abstrair e concluir o examinado. Outro aspecto é que, a dita essência das coisas, essa sim, seria inacessível a mente humana, porque o processo de conhecer era visto como laborioso para ele. Roser conclui que

[118] As ideias apresentadas por M. Plank em seu Wege sur Physikalischen Erkenntnis, que foram extraídas de palestras incluindo a do Nobel em 1920, foram leituras de Roser no seu ensaio de 1946.

os resultados encontrados pelos experimentos seriam falíveis, por causa de nossas interpretações limitadas que seriam impregnadas de notas supérfluas, acessórias e delimitadas.

3.3 OS MÉTODOS DA FÍSICA E SUAS LIMITAÇÕES

Sua concepção de conhecimento se apoiava em três pilares: sensibilidade, constituição e causalidade. E assim, ele entendia que o conhecimento pela metafísica estava apoiado nos dois primeiros pilares e a ciência nos dois últimos. Em uma visão simplista, Roser apontava para um caráter superficial dos resultados obtidos pelos métodos científicos. Por exemplo, a física do universo não passava de um pequeno aglomerado de descrições heterogêneas de fenômenos e fatos. Por outro lado, a metafísica, como primeiros princípios, poderia ser entendida como a filosofia do ser material, e proveria um complemento às descobertas da física.

Essa perspectiva, em que os métodos da física eram limitados para o conhecimento da natureza e que a filosofia, através da metafísica, seria a justaposição perfeita para a apreensão da realidade, guiava o Padre Roser em suas reflexões. Para ele, existia um ímpeto da física em extrapolar tudo que fosse examinado superficialmente, sem um devido aprofundamento filosófico. Em contrapartida, isso acabava sendo violento à filosofia que se apoiava num terreno sem limites naturais, mas de contornos abstratos. havendo uma separação das tarefas entre esses domínios do conhecimento para evitar futuras confusões epistemológicas: “Com a tal superposição das esferas de interesse sobe de ponto de importância das relações e percebe-se assim que a necessidade de uma compreensão mútua, de divisão adequada de trabalho simplesmente se impõe, se quiserem evitar desastres lastimáveis” (ROSER, 1946).

Ele avaliava que os erros cometidos pela física estavam apenas na busca pela realidade objetiva, existente no exame dos conhecimentos sensíveis. E que, por assim dizer, as mensagens obtidas da natureza chegavam degeneradas e confusas. Quanto menos conhecimento sensível se extrai de um fenômeno, mais deturpadas são as conclusões provenientes dos dados obtidos.

3.4 A FILOSOFIA PERIPATÉTICA

Essa preocupação com o conhecimento sensível se deve a formação filosófica que os jesuítas recebiam ao passarem pelo noviciados, no início do século XX. Segundo Valina (2014), em meados do século XIX a Igreja Católica decidiu pelo retorno da filosofia natural peripatética tomista nos cursos de formação, em combate ao positivismo. Seus pensamentos estavam incutidos de concepções peripatéticas, que o fazia olhar para física sob um ponto de vista da

filosofia escolástica do século XV e XVI. Ele considerava que o rompimento da ciência física com as tradições aristotélicas, provocou o encolhimento da filosofia sobre os fatos, desprezando destarte a realidade existente que explicava o mundo inteligível. E isto cedeu lugar a novas explicações menos robustas e com cunho ideológico positivista.

> Debaixo da influência funesta de desenganos sucessivos, foram abandonadas cada vez mais categorias sensíveis para fins de explicação real do mundo físico. Aos valores qualitativos potencialmente ricos em ideias sucederam os quantitativos e mecânicos, de conteúdo ideológico incomparavelmente mais reduzido. Tudo tem que ser tratado, ao menos redutivamente, como quantidade, "porque na verdadeira filosofia se concebe a causa de todos os efeitos naturais pelas razões da mecânica" (ROSER, 1946).

3.5 A AUTONOMIA EPISTEMOLÓGICA DA FÍSICA

Para o Padre Roser, a ciência havia deixado a essência do conhecimento de lado, para dar lugar a um sistema epistemológico exclusivista dos versados em física e matemática de alto nível. A física passa ser uma ciência autônoma e não mais considerada filosofia. Em sua visão tomista, essa mesma física não compreenderia a natureza, apenas serviria para dominá-la. Isso quer dizer que a concentração no simples observável (direta ou indiretamente) e a ignorância por completo da outra parte do fenômeno recorta dentro do conjunto do fenômeno natural apenas uma mínima parte, considerada menos valiosa.

Uma crítica apontada por ele seria a dependência incondicional da matemática, o ponto mais falho do método usado pela física. Esta, por sua vez, se aplicaria bem a sistemas fictícios ou ainda outras entidades abstratas como modelagem, mas o que se obtém como resultado é pequeno frente a complexidade da compreensão do todo, por exemplo, como a determinação das causas primeiras. Segundo ele, a crítica não é a matemática e a seus objetos, mas sim a sua finalidade como ferramenta da física. Visto que, através dela o objetivo seria modelar a natureza a partir de pressupostos hipotéticos, ignorando assim a parte das causas sensíveis. Assim, a crença no poder da matemática aplicada a natureza parecia levar o homem a apequenar a criação, como se, por exemplo, "Deus ao fazer a geometria devesse relacionar exatamente como Euclides".

Contudo, ele esperava por uma conciliação entre a física e a filosofia natural, que pudessem perseguir de forma unida e harmônica a verdadeira concepção do universo. Pois, o homem tem necessidade da verdade, por essa razão contempla dedicadamente a essência das coisas e assim, deve perseguir às causas últimas. Ou seja, ir além dos resultados teóricos-experimentais. Para isso, seria preciso que as desconfianças dos adeptos dos campos distintos

fossem mitigadas através do entendimento mútuo das formas de conhecer. Com isso cada campo se surpreenderia com as contribuições do outro.

Apesar das críticas sobre o método positivista da ciência, sem muita brecha para as reflexões filosóficas, Roser via como vitoriosa e útil, porque ela tinha um método de trabalho bem definido e com isso, tivera grandes êxitos nesse campo do conhecimento humano, mas com os abalos em sua estrutura epistemológica provocados pela teoria quântica. Sua crença na filosofia natural poderia, através da metafísica, ser importante para o preenchimento das lacunas encontradas por esse novo campo teórico e experimental.

> A física, como ciência de análise e de verificação minuciosa, tem como missão levantar questões, plantar problemas, apresentar aspectos novos acerca do mundo material. Desde que se dirige aos fatos está muito perto das realidades, da fonte donde todo o conhecimento, em última análise, provém. E a física atômica moderna deve atribuir-se o merecimento de ter podido fornecer dados essencialmente novos em quase todas as questões.
>
> Ela pode obrigar assim, a reflexão filosófica a mergulhar cada vez mais profundamente na análise de seus conceitos básicos (ROSER, 1946).

3.6 FILOSOFIA PARA COMBATER O “SIMPLISMO” DA FÍSICA

A filosofia, na sua concepção, não era a mais diligente criação da mente humana, mas um campo em continua formação em estado de alerta para não incorrer em acontecimentos vulgares como no passado. O reconhecimento das descobertas na renascença de novos fatos científicos da física, como a apuração do conhecimento metafísico e dos sistemas cosmológicos antigos, se deu a partir de um profícuo exame filosófico e com a introdução de novos métodos. Contudo, para Roser, os recentes conceitos introduzidos pela física, como espaço e tempo, por exemplo, deveriam passar por uma crítica criteriosa frente a nova física do século XX, pois o reducionismo no tratamento do observado através dos sentidos, nos limita do outro tipo de conhecimento vital.

> É nestes conceitos todos, que um hábito milenário de pensar tornou tão naturais, é no emprego de certos pressupostos evidentes em si e simples demais para serem discutidos, que a física descobre dificuldades realmente grandes. Conceitos abstraídos do ambiente macrofísico parecem perder sua força ou legitimidade quando aplicados ao domínio da microfísica (ROSER, 1946).

Assim, muitos campos tidos como consolidados poderiam apresentar incertezas estruturais em seus domínios. A pretensa fusão entre a física e a filosofia natural poderia

contribuir para melhor elaboração do conhecimento da natureza, principalmente aplicada ao microcosmos. Segundo Roser, as novas descobertas da física quântica, a descontinuidade da matéria e o princípio da incerteza, dificultavam nossa busca pelo conhecimento verdadeiro através dos métodos usuais.

Para explicar as contribuições que cada campo pode fornecer ao entendimento de um conhecimento, ele parte da tipificação de ideias, classificando como duas: as de partidas e as consolidadas.

As primeiras podem levar cientistas a percepção de autossuficiência conceitual, e com isso a falsa impressão de se ter chegado à verdade final. O perigo reside na extensão do conhecimento que leva ao entendimento superficial. Sobre esse tipo de ideia ele conclui que, “nada há de mais enganoso do que uma ideia clara e distinta”.

Originadas na especulação, as ideias consolidadas são forjadas por afirmação, remoção e negação, assim se proliferariam analogias e indicação de propriedades básicas. Esse sintoma que outrora parecia exclusivo da filosofia também importunava a física moderna.

Esses acontecimentos levaram Roser a interpretar que todo o conhecimento adquirido sobre um determinado domínio de conhecimento não estaria acabado e poderia sofrer mudanças pela imprevisibilidade da natureza, o qual ele denominava, mistério. Em razão disso, recomendava a sintonização entre a filosofia natural e a física, que esses domínios deveriam se completar. Porque os ganhos que as contribuições de cada campo seriam indiscutíveis em profundidade e clareza. Porém advertia que o alcance do conhecimento absoluto, não poderia ser alcançado através de poucos passos e assim dizia “Abstração não é intuição” (ROSER, 1946). Asseverava que para atingirmos esse grau seria preciso fortalecer uma filosofia duradoura, concebida de forma dinâmica e vital, destinada a iluminar os problemas mais obscuros.

3.7 CONTRADIÇÕES CIENTÍFICAS: UM ESPAÇO PARA A FILOSOFIA

A despeito da crise epistemológica estabelecida entre a recém fundada física quântica e a consolidada física clássica na proposição de respostas para as novas descobertas, fez Roser afirmar que a física moderna possuía um aspecto gestáltico ao produzir paradoxos na sua análise mais minuciosa, que isso imporia prescrições ao seu comportamento. Por conseguinte, apareciam proibições, exclusões e postulados incompreensíveis.

Sua percepção sobre a matéria é de que ela apresentaria aspectos humanístico, por não obedecer a lógica científica vigente. Se a concepção mecânico-materialista fossem afrouxadas a partícula se tornaria um indivíduo, apresentando aspectos mais palpáveis a mente humana. Em seu entendimento, a quantificação seria uma etapa, não final, que poderia ser substituída por outra mais apropriada no futuro. Ele parafraseia Eddington[119], quando escreve: "Partícula não significa mais um ponto material clássico, mas uma entidade conceptual cuja probabilidade de distribuição é especificada por uma função de onda". Sobre esse aspecto, Roser aproveita e traça um paralelo entre a física de seu tempo e a filosofia natural. Estabelece um contraste dos objetivos da física em cada período: "Um físico espirituoso vê a física de tempos passados e moderno nisto: antigamente podíamos explicar muitas coisas e calcular poucas, hoje calculamos muitas, mas não podemos explicar quase nenhuma" (ROSER, 1946).

Para demonstrar seu ponto de vista sobre a superficialidade dos resultados obtidos através dos métodos de quantificação da física, Padre Roser apresentou as dificuldades de se dividir um organismo vivo para uma análise do todo. Faz crítica ao método da física de diferenciação, de não ser capaz de dar a significação necessária, porque cada infinitésimo do ser tem características peculiares e distintas do todo. O conveniente seria fazer uma análise integral. Para ele, as novas definições sobre a matéria são uma versão matemática do hilemorfismo[120].

A complexidade da matemática aplicada a esse campo de estudo da matéria, de natureza n-dimensional, seria um dos maiores espinhos que a física precisava digerir. Porque seria difícil ter uma imagem representacional da situação descritas por todos os operadores matemáticos empregados na descrição dos fenômenos atômicos. Porém esse quadro apavorante aos neo-positivistas, em nada espanta ao filósofo. Como exemplo dessa complexidade apresenta a

[119] Trecho retirado do livro, Relativity Theory of Protons and Electrons, Cambridge, 1936.

[120] Todos os seres corpóreos são compostos de forma e matéria. Teoria elaborada por Aristóteles.

complementaridade de Bohr, pois é fruto da dificuldade de se obter uma expressão conceitual completa a partir da experiência envolvendo partículas elementares. E assim concluiu:

> Compreendeu a filosofia muito cedo que mesmo a essência finita, embora fosse a mais simples delas, não será nunca de todo inteligível exaustivamente, mas permanecerá envolta num fundo de mistérios. Em que se esconde em seus últimos recessos há de ficar vedado a indagação tanto no enigma da natureza do ser material anorgânico como no da própria vida. Todas as coisas em última análise, participam da incompreensibilidade essencial de causa exemplar divina (ROSER, 1946).

Para ele, o verdadeiro conhecimento deveria ser universal, e obtido através do conhecimento metafísico. Alguns grandes nomes da ciência da época teciam comentários a esse respeito, como Einstein e Sommerfeld, e que Roser usava como apoio as suas ideias. O primeiro dizia que "toda física é metafísica"[121], e o segundo, "a passagem do relativo para o absoluto é a passagem da física ordinária para uma física mais elevada, ou se quiserem para a metafísica"[122]. Essas frases tinham, para ele, grande reverberação dentro de seu ideal de científico.

[121] Citado por Sommerfeld, Scientia 1936, Citado Por Roser em 1946.

[122] Idem ao anterior

3.8 A BIÓTICA

Os estudos da biologia eram importantes para Roser, porque enxergava relação direta com os fenômenos estudados na física quântica. Nesse sentido, os pontos materiais, protagonistas das teorias mecanicistas, ganhavam comportamentos distintos dos previstos por essas teorias atomistas, se assemelhando as coisas vivas. Dois argumentos usados que ilustram essa visão são: a impossibilidade mecanicista de não conseguir domar o eletromagnetismo, que no fim das contas acabou se sujeitando a ele. E, o golpe de misericórdia nessa mecanização da natureza foi dado no início do século XX, com a teoria quântica.

A interpretação dele sobre a matéria fundamentava-se sobre a formabilidade[123] e o indeterminismo. A constituição da matéria não obedece a um único padrão, à medida que avançamos no microcosmos atômico. Ao mesmo tempo, não apresenta as características mecânicas da previsibilidade teórica. Essas características, recentemente verificadas pelos avanços da física atomística, levaram o conhecimento da natureza ao patamar das ciências estatísticas, muito usada pelas ciências biológicas. A partir desse argumento, Roser criava um viés de semelhança entre as duas ciências para uma futura união dos dois campos de conhecimento. Ele sinalizava para uma significação desse carácter estatístico presente em ambos os campos. Em suas palavras: “Mas é preciso ver o que possam significar hoje estas leis estatísticas primárias”.

Havia um desejo pessoal para que se buscasse a significação das leis estatísticas fundadas na indeterminação quântica e que afetaria o indivíduo e não apenas as explicações oriundas da física clássica, que no entender dele era o resultado da impossibilidade de seguir a complexidade das causas. Sua exemplificação fornecia dois exemplos: Na física a desintegração radioativa e a termodinâmica, e na biologia, a lei das mutações e a lei de Mendel. Nos exemplos apresentados, ambos os fenômenos são explicados por leis probabilísticas e que no entender dele elas não são bem explicadas, e correlação estatística as aproxima de um conhecimento único, que poderia ser interpretado pela metafísica.

Para justificar, Roser apresenta três argumentos sobre as limitações da estatística aplicada as leis. A primeira é a incerteza de Heisenberg que traz uma dualidade na observação do fenômeno e retira o carácter de exatidão das distribuições encontradas, por exemplo, na termodinâmica. A segunda é que seria impossível reduzir as leis estatísticas da física quântica a um modelo causal e que as explicações estatísticas são temporárias, comparadas às finais

[123] É a propriedade de uma liga resistir a deformação plástica sem sofrer ruptura

determinísticas. Sua conclusão foi que um conjunto de problemas gnosiológicos e metafísicos a respeito da lei natural, abria novos campos para ação da filosofia.

> Há pela indeterminação, um limite assinalado (mais estreito na vida propriamente, mas existente, também na matéria) a toda intervenção da parte do observador. Forçado esse limite, fica destruído aquilo que queria se encontrar.
>
> Há um paralelismo entre a complementaridade dos aspectos físico-químicos e vitais nas células e o caráter ondulatório-corpuscular das partículas.

As mudanças biológicas importantes se reduziriam cada vez mais ao âmbito do "quantismo"[124], denotando uma certa ordem no universo, e nesse sentido, a física ganharia uma grande importância na compreensão do universo, pois permitiria que o cientista desenvolvesse uma "percepção mais aguçada" da realidade. Nessa perspectiva, ele considerava que as ciências físicas ajudariam a biologia a encontrar uma teoria mais bem aprofundada, com aspectos racionais e matemáticos, nos moldes das ciências anorgânicas. Mas ele também entende que, naquele momento ainda seria difícil, devido à complexidade da tarefa e ainda de se tratar dos primeiros passos nessa direção da união entre a física quântica e a biologia. Nesse cenário, a matemática deveria se transformar, evoluir das grandezas para as formas. Essa transformação deveria dotar a biologia e a nova física, de um instrumento eficaz como foi a criação do cálculo no século XVII.

> A matemática das grandezas (que deixarão de ser então os objetos primários) terá que se transformar para isto numa matemática de formas (que se sobreporão às primeiras como casos limites mais gerais). Destas transformações futuras, podemos reconhecer nas equações integrais, nos problemas variacionais, na geometria das relações (topologia), os primeiros indícios fragmentários, assim como foram métodos de exaustão e o problema das tangentes e os precursores da análise. Esta transformação poderá dotar a biologia (e a nova física) de um instrumento poderoso, comparável ao que foi o método de Leibniz e Newton para macrofísica clássica (ROSER, 1946).

Nessa ligação entre a física e a biologia, buscava novas explicações sobre a natureza das coisas. Roser avaliava que a física determinística e anorgânica deveria emprestar seus métodos a biologia de forma integrada, para uma melhor compreensão da natureza, aprofundando os horizontes do campo científico e, não mais se limitando apenas há alguns aspectos causais. Ele acreditava que a nova física poderia incorporar os aspectos vitais e ir atrás das causas sensíveis, como os escolásticos medievais acreditavam. No entendimento dele, um novo campo deveria ser criado, diferente dos existentes (biofísica e bioquímica), uma ciência racional e não

[124] Termo usado por Roser para designar o movimento científico associado pelos adeptos e praticantes da física quântica.

descritiva da vida material, a **biótica**. Na qual seus objetivos seriam: “O seu estudo será um ramo central da física, não apenas aplicação limítrofe desde que seu objeto é uma propriedade fundamental de toda matéria” (ROSER, 1946).

A visão desse ideal de ciência para o Padre Roser era percebida como dificultosa, teórica e experimentalmente. Porque seus objetivos residiam no escuro do desconhecido. Esse novo campo deveria recomeçar toda investigação do zero, com novos métodos e uma nova maneira de interpretar. Isso acabaria sendo um grande desafio para as futuras gerações de cientistas que deveriam alcançar nessa empreitada novos resultados.

As ideias e os pensamentos científicos-filosóficos de Padre Roser foram influenciados pelas questões de seu tempo como o debate sobre a física quântica, do início do século XX, entre seus principais atores que dividia posições e pontos de vistas sobre o conhecimento da natureza. Em relação aos cientistas e filósofos da época havia uma corrente ligada a Einstein cuja crença nos comportamentos, tanto no macro quanto no micromundo, gozavam das mesmas propriedades, além de concordarem com a possibilidade de uma interpretação metafísica da física quântica.

3.9 A REVELAÇÃO DAS VERDADES OCULTAS: UM IDEAL A SER BUSCADO

Percebemos que, no fim da primeira metade do século XX, no Brasil, portanto, no alvorecer da física brasileira, essas questões sobre a física e a filosofia natural o inculcavam. Ele via o campo das descobertas atômicas num estado fragmentário e com fundamentos insuficientes para que desse conta de explicar de forma abrangente a realidade. Ele interpretava também que aquele momento poderia ser um recomeço para a filosofia, visto que as novas descobertas científicas da física moderna afastavam o fantasma da mecanização da natureza, responsável pelo afastamento da filosofia natural do jogo científico, por todo o século anterior. As possibilidades que os novos conhecimentos traziam desafiavam a física clássica corroborando para novas interpretações e relações com outras áreas do conhecimento, tais como psicologia e biologia, que segundo ele tinha analogias com a física.

A matemática, outrora vista como a linguagem maior da natureza, era concebido por ele, apenas como um instrumento para se atingir algum conhecimento. Seu papel no determinismo era crucial para a formulação das teorias clássicas sobre a natureza, pela precisão de previsão fenomenológica. Não obstante, o princípio da incerteza de Heisenberg destruiu os fundamentos da física clássica, ao acabar com a simultaneidade entre a posição e o movimento

de uma dada partícula para um certo observador. Roser acreditava que através da matemática seria possível revelar a realidade, mas sem compreendê-la profundamente.

Assim como o físico James Jeans, ele compartilhava da explicação que a natureza trabalhava em planos diferentes, divididos em três partes: substrato, fenômeno e observador. Assim os resultados encontrados pela física seriam apenas uma fração acessível da realidade. A outra parte estaria no substrato inacessível aos métodos da mecânica, não revelando assim a realidade. O conhecimento dessa realidade oculta permitiria, de certo modo, uma compreensão mais completa das verdades da natureza, por exemplo, os conhecimentos fragmentários do atomismo poderiam ser esclarecidos, consequentemente, propiciariam interpretações mais verdadeiras sobre a matéria, energia, as relações entre a relatividade e a teoria quântica, e até mesmo explicar as constantes físicas.

De acordo com Roser, a conquista do substrato seria um progresso para além dos avanços conseguidos até a Segunda Guerra Mundial. Os esforços das grandes mentes deveriam se concentrar nessa direção. O enigma do quantum de luz deveria ser investigado para além da capacidade dos instrumentos, assim se alcançaria a verdadeira compreensão, relacionando melhor a relatividade e a teoria quântica. Contudo a segunda parte desse conhecimento só poderia ser completada pela filosofia. O papel da física estaria na ligação entre o observador e o fenômeno, o real misterioso. Já a filosofia deveria promover a ligação ao substrato, que seria alcançado através de exames minuciosos produzindo interpretações verdadeiras. A partir disso se chegaria completo entendimento dos conceitos mais fundamentais.

> Posta em contato íntimo com este algo real misterioso poderá talvez a abstração filosófica encontrar maior número de notas positivas e mesmo uma definição completa para o conceito de substância e ver com isto aclaradas todas as demais dificuldades: individualidade, ubiquação, espaço, mas sobretudo a distinção corpuscularidade e materialidade que até agora não se focalizou bastante (ROSER, 1946).

Conforme Roser, a interpretação de que o universo era formado de pensamentos e saturado de ideias, onde, estranhamente, a matemática seria uma dessa ideias concebidas por um intelecto criador (perfeita, pura e abstrata) e posta para ser contemplada por nós meros observadores, mas ainda de forma rudimentar, porque os métodos aplicados não são completos e profundos. Logo, o universo positivista e mecanizado dos físicos newtonianos era, em sua visão, incompleto de compreensão da realidade, compartilhando assim das ideias de Jeans, publicadas em seu livro conhecido livro o Universo Misterioso, que “O universo começa assemelhar-se antes a um grande pensamento do que uma grande máquina”. Assim abria-se um

precedente para a filosofia que teria como objetivo ultrapassar o sentido literal dos resultados da física, porque no âmbito da mecânica seria impossível alcançar a união entre os campos da física e da filosofia.

Por fim, os princípios da incerteza e da complementaridade provocaram mudanças drásticas na concepção da física determinística. As indeterminações produzidas no mundo atômico tomaram de assalto o processo de mecanização da natureza, trazendo à tona novos questionamentos acerca do conhecimento sobre a realidade. Diante disso a filosofia, para Roser, assumia um papel importante na elucidação desses novos paradigmas. São eles: unir os conhecimentos fragmentados oriundos da teoria quântica; mostrar que os conhecimentos adquiridos na física podem ser usados em outros domínios (biologia, psicologia etc...), examinar de forma cuidadosa os resultados experimentais encontradas pelos físicos, que para ele são resultados ainda incipientes; explicar o mistério da complementaridade, onde se poderia abrir novos horizontes à reflexão filosófica e encontrar conceitos claros que pudessem guiar todos os processos experimentais na busca da verdade escondida da natureza. Esses pontos deveriam inspirar uma vida nova, produzindo uma ciência viva em contraposição à ciência dita livresca.

3.10 SOBRE A NECESSIDADE DA FILOSOFIA NATURAL NO SÉCULO XX

O segundo artigo intitulado de Newton e Leibniz em face do neopositivismo (1948) foi escrito para uma edição comemorativa do tricentenário de Leibniz, diversos autores católicos escreveram nessa publicação. Em seu texto, Padre Roser salienta as limitações do método científico utilizado amplamente pela comunidade científica após o século XVII, que substituíra a fundamentação aristotélica para a interpretação do universo conhecido. Suas considerações de que o método empregado pela física tinha sua eficiência comprovada para alguns aspectos como determinar as propriedades dos corpos, as causas próximas e a previsão da evolução dos sistemas. Contudo, o método não conseguia atingir a plenitude do conhecimento universal, mas sim apenas uma fração. Desse modo, o conhecimento sobre a natureza não deve estar distante da metafísica, segundo Roser, o próprio Newton a colocava no centro de sua ação investigativa (ROSER, 1948).

> Leibniz e Newton como filhos de seu tempo entraram com visão genial em cheio nestes rumos novos abertos definitivamente por Galileu numa pesquisa indutivo-dedutiva dos fenômenos e de suas causas próximas, mantinham, porém, juntamente

> viva toda problemática filosófica [metafísica], no mínimo a modo de uma união pessoal sincera de físicos-filósofos (ROSER, 1948).

Para os escolásticos, através da metafísica poderia se conhecer verdadeiramente a essência das coisas, seus comportamentos e seu fim. Mas frente ao cientismo, os conhecimentos sobre as coisas geram duas consequências consideradas, por ele, como extremas: a necessidade da matemática para explicação de tudo; e a negação de tudo o que não for matematizado. O método que inaugura a ciência moderna adotada pela comunidade científica no século XVII foi aos poucos deixando o aristotelismo como método de apreensão da realidade. Roser atribui a isso certa confusão dos estudiosos da natureza dos séculos posteriores, porque o método passou a ser mais importante que os fundamentos vigentes para a compreensão do mundo dentro das premissas estabelecidas por Aristóteles. Assim as gerações posteriores foram ficando cada vez mais próxima do cientificismo, desprezando aos poucos o saber metafísico. Padre Roser criticava o método moderno de conhecer a natureza, dizendo que o espírito científico é mais artístico do que descobridor. Já, a metafísica seria a única ciência a alcançar, de forma audaz, além do universo cognoscível através da abstração formal. Conclui que o conhecimento metafísico seria fundamental e básico para qualquer ciência possuindo um método diferente do científico, acredita que a ligação entre os dois métodos seria uma boa solução para o conhecimento mais completo da natureza (ROSER, 1948).

Em A Unidade do Saber Humano em Face dos Problemas Atuais, artigo escrito nos tempos em estava iniciando seus estudos em Stanford[125], Roser segue em defesa de uma articulação melhor entre as duas formas de conhecer a natureza, a ciência, em especial a física, e a metafísica. O divórcio entre esses dois modos de conhecimento teve implicações não só científicas, no campo das atividades intelectuais, mas como sociais, como mudanças de comportamentos morais e éticos. Para ele o cientificismo limitou as capacidades humanas de conhecer:

> Pois que, tirando-lhe a unidade de visão, esta tendência desconfigurou realmente o homem em uma mera máquina pensante condenada a apenas produzir um rendimento máximo num pequeno setor restrito totalmente isolado. Tendência esta que foi um grande dano ainda no próprio terreno das ciências (ROSER, 1952, p. 21).

Roser segue o texto fazendo uma ampla defesa da formação escolástica para os tempos atuais, como o espírito de universalidade da formação e a conjugação de todas as faculdades importantes ao homem.

[125] Período que será amplamente discutido no capítulo posterior desta tese.

> Porque toda a descoberta de caminhos novos e de métodos fecundos somente poderá fazer-se num esforço conjugado provindo amplamente do concurso de todas as faculdades: imaginação criadora, senso de harmonia e de analogia, raciocínio lógico, a par com uma proficiência fora do comum na própria ciência (ROSER, 1952, p. 22).

No tempo em que esteve nos EUA, ele fez visitas às várias instituições e se pôs em contato com todos os tipos de correntes científicas possíveis. Na qualidade de jesuíta, praticante de ciências, com o propósito de criar um centro científico, o estabelecimento de relações tanto pessoais quanto institucional se fazia necessário. Por conseguinte, também procurou aproximação com grupos de cientistas e filósofos, nos quais seus pensamentos estivessem alinhados, como por exemplo os do Institute for the Unity of Sciences. Ele procurava também por publicações de mesma natureza como Studium Generale, uma revista da Springer que dedicava uma parte para discussões científicas sob o ponto de vista filosófico. O texto de 1952 possuía toda essa nova atmosfera em que Roser estava experimentando na América do Norte.

> A pitoresca cidade de Aspen na Montanhas Rochosas do Estado do Colorado na América, e, sobretudo, a aldeia de "Alpbach", pequeno lugar Alpino nos Montes de Tirol austríaco, tem sido nestes últimos anos os pontos escolhidos para tais encontros de cientistas, filósofos, teólogos e representantes a suma conveniência e necessidade destas reuniões de "boa vontade" (ROSER, 1952, p. 23).

Esses congressos não formais seguiam um caminham indutivo, expondo-se primeiro os fatores particulares e procurando-se depois em sínteses sucessivamente mais gerais, uma noção universal definida, ou seja, filosófica, dos aspectos comuns que se encontram em todos esses fatos.

O texto volta a reforçar as ideias anteriores de que o conhecimento obtido pelos métodos da física, parecem indicar alguma base comum de que toda natureza estaria sujeita, assim a necessidade da metafísica seria premente. Essa concepção surge a partir da interpretação da física atômica, das propriedades e peculiaridades intrínseca dos átomos descobertas na virada do século 19 para o 20, que provocou a crise da física clássica e, por conseguinte, o surgimento da teoria quântica.

Com esse pensamento Padre Roser termina o artigo endereçado à intelectualidade cristã, sinalizando de que se abria um novo tempo para o conhecimento científico, pois o estágio que a ciência trouxera o conhecimento moderno tornava necessário o conhecimento mais metafísico em prol da sabedoria verdadeira em vez do acúmulo de conhecimento apenas:

> Atenuou-se, deste modo, muito o esfacelamento desconcertante que antes a limitada percepção do espírito humano pretendia impor à natureza e começa agora a ver-se claramente como na realidade há um laço único- o da forma- que liga entre si todos os reinos dela, organizados em escala de complexidade mais e mais aperfeiçoada ao passar de um para outro. [...] Não somente estão reestabelendo este esforço novamente a harmonia intelectual dos tempos idos [com base na metafísica], mas estão transformando igualmente os próprios cientistas. Estes se tornam muito mais humildes e respeitosos diante das grandezas misteriosas desta natureza que antes pretensiosamente pensavam ter esquadrinhado já a fundo e que agora são forçados a admirar e respeitar cada dia mais. E isto abre o caminho para mudanças consequentes de mentalidade e de atitude na vida social e mesmo religiosa. É a passagem do estado de mero acúmulo de conhecimentos para a posse real de sabedoria verdadeira (ROSER, 1952, p. 26).

4 O PLÉRIPO PELAS INSTITUIÇÕES CIENTÍFICAS AMERICANAS (1950-1955): UNIVERSIDADES DE CHICAGO E STANFORD, LABORATÓRIO DE OAK RIDGE

A missão dada por seus superiores, em 1947, de criar um centro científico na PUC-RJ integrado a recém-criada Escola Politécnica, tornou latente a atualização dos conhecimentos da física moderna para Padre Roser, para que estivesse à altura da missão. Dentre suas características pessoais, a entrega aos projetos é uma das mais marcantes, traço esse que o acompanhou por toda vida. Em sua função docente dentro da companhia, ele se mostrou aplicado em implementar a física experimental como recursos didáticos no ensino dos conceitos de sua disciplina, em oposição ao saber livresco estabelecido em sua época. O que o fez pleitear junto aos seus superiores recursos para a compra de equipamentos para a montagem de laboratórios, conforme vimos na seção 2.6.

Como já discutido, Padre Roser era o mais indicado dentro da companhia para a missão de criar o centro científico. Supomos que não fosse necessário que ele fizesse pesquisas nesse futuro laboratório, apenas coordenasse. Mas sua experiência com o grupo de Victor Hess, no Instituto de Pesquisas Radioativas, do Monte Hafelekar, lhe ensinou que o diretor precisava ser um cientista, com certa reputação, para conduzir programas científicos e buscar recursos necessários ao desenvolvimento de pesquisa básica (gestão de profissionais programas de pesquisas, compra de insumos e equipamentos, pagamento de bolsas, custeio de expedições etc.), além de estabelecer colaborações com outros cientistas e instituições e formar novos pesquisadores. Desse modo, Roser sabia que precisava construir uma carreira científica mínima que lhe permitisse colocar o projeto confiado em andamento. Assim se colocou à disposição de seus superiores para encaminhá-lo aos EUA, com o objetivo de se colocar a par dos novos fundamentos e técnicas da física, principalmente nos domínios da física nuclear de altas e baixas energias.

Neste capítulo, descreveremos as pesquisas realizados por Padre Roser em sua estadia americana, período profícuo de sua atividade científica no campo da detecção de partícula. Começaremos no biênio (1950-51), quando Roser começa seus estudos sobre os cintiladores nos laboratórios da Universidade de Chicago, com Marcel Schein, importante estudioso dos raios cósmicos. Em seguida, Roser se desloca para o oeste americano e inicia um período de estudos e pesquisas na Universidade de Stanford (1952-54), lá aprendeu as técnicas e os fundamentos da indução nuclear com Felix Bloch e ampliou seus conhecimentos com os cintiladores sob a supervisão de Robert Hofstadter, na ocasião dessa pesquisa Roser foi contemplado por uma bolsa do CNPq, a qual apresentaremos os pormenores.

Os fatos descritos anteriormente, nos motivaram a questionar quais as origens dessa ida de Roser ao EUA? Por que Roser percorreu todas essas instituições mencionadas e outras, como Oak Ridge, bastante cobiçada pelos cientistas e militares brasileiros? O que Roser procurava ao se dedicar a pesquisas tão diferentes num período de 6 anos? Qual sua produção científica em quanto esteve nos EUA? Qual o saldo dessa estadia?

Para responder aos questionamentos postos, contamos com centenas de cartas trocadas por Roser e diversos interlocutores, como seus superiores, professores e colaboradores. Documentos que o ligam com CBPF e CNPq. Nesses papéis encontramos um Roser preocupado com a linhas de pesquisas que deveria desenvolver em seu futuro centro científico. Insistente para que seus superiores mandassem jovens escolásticos ou seculares para aprenderem as técnicas modernas através das portas que abristes nas instituições que frequentou, para que a instituição viesse a possuir um corpo de pesquisadores de alto nível de formação. Pensava também na sua sucessão na condução das pesquisas no futuro centro científico, porém os anos americanos não foram os mais profícuos para essa finalidade. Por outro lado, suas pesquisas ganharam contornos de maturidade científica, que foram apresentadas em importantes revistas da área, como Physical Review e Science.

4.1 CONTEXTO PRELIMINAR DO TRABALHO CIENTÍFICO NOS EUA

Desde que chegou ao Colégio Santo Inácio, em 1947, com a finalidade de colaborar com os planos do então Reitor Padre Leonel Franca[126] de criar um ramo de ciências na Universidade Católica, Roser buscou aproximação com os cientistas nacionais como Bernhard Gross e Joaquim da Costa Ribeiro, que juntos produziram um trabalho sobre a eletricidade atmosférica, conforme discutido na seção 2.7.1. Ele também chegou a fazer duas viagens aos EUA para sondar instituições, inicialmente católicas, onde esteve em contato novamente com Victor Hess, em Fordham, conforme já discutido na seção 2.7.

Dentro desse período, a soma de eventos isolados no campo científico nacional, sendo o mais significativo a descoberta do méson-π por Lattes, levaram membros da sociedade civil a criarem o CBPF[127]. Roser tornou-se um de seus fundadores e a Igreja Católica, através da PUC, uma de suas financiadoras. Desse modo, Roser ampliou sua rede de conhecimento de

[126] Carta do Provincial para F. X. Roser, Rio de Janeiro, 05/02/1947, Acervo da Cúria dos Jesuítas (doravante APBCJ)

[127] Discutido na seção 2.10.

cientistas e tornou-se próximo a Cesar Lattes, Diretor Científico. O então diretor tinha interesses em estabelecer programas científicos no campo da física experimental, já Roser tinha interesse em colocar seu futuro centro científico em colaboração com esse programa de desenvolvimento científico nacional. De acordo com Pe. Roser, Lattes o orientou a buscar atualizações nos campos dos raios cósmicos, física nuclear e da física estatística que via como áreas promissoras para o CBPF.

> Estudos: Programa: Fazer o curso de novas técnicas nos raios cósmicos-experimentais-Fazer curso da física nuclear; fazer o curso de física teórica estatística; escrever a tese de concurso. [...] Por outro lado o Dr. Lattes insistiu muito que eu tomasse porque seria um bom complemento para o programa dele e porque é um dos poucos pontos [indução] em física nuclear em que se pode trabalhar com meios relativamente meios modestos[128].

Veremos ao longo deste capítulo, que Roser esteve cumprindo uma dupla jornada nesse período americano. Seus estudos tinham a finalidade de se preparar cientificamente para o projeto da Católica para a Católica de criação de um ramo científico que pudesse colaborar com o programa de desenvolvimento científico do país, que se anunciava e se concretizaria com a criação do CNPq no ano seguinte, ao mesmo tempo, manteve uma relação estreita com o CBPF através de Lattes, que o esperava como um colaborador científico do centro de pesquisa, como veremos ao longo deste capítulo.

4.2 RAIOS CÓSMICOS, CINTILADORES E A FÍSICA BRASILEIRA: AS PESQUISAS DE PADRE ROSER NO INSTITUTO DE ESTUDOS NUCLEARES DE CHICAGO

Em Chicago, Roser desempenhou inúmeras atividades, tanto no campo dos estudos científicos quanto em serviços prestados para a Companhia, além de examinar as estruturas e o funcionamento das universidades e de seus laboratórios. Toda essa experiência adquirida em Chicago e depois em Stanford foram aproveitadas por ele na fundação do Instituto de Física da PUC em 1957, inicialmente funcionou com pesquisas e depois também com ensino.

Ele estava com 46 anos, e apesar de ser o escolhido da companhia para executar a missão do centro científico, reconhecia em si pelo menos três fraquezas. A primeira, as muitas lacunas decorrentes de sua formação em física, na Áustria, frente aos novos avanços científicos da área pós Segunda Guerra. Relembramos que Roser dividiu esse tempo de estudos na Áustria também

[128] Carta encaminhada por Roser ao P. Provincial, domingo de pentecoste 1950, APBCJ.

com sua formação sacerdotal, no campo da teologia, o que provavelmente dificultou sua formação científica. A segunda, a sua idade que ele considerava avançada para voltar aos estudos em física e para conduzir a missão confiada por muito tempo, se via apenas iniciando o processo do centro científico da católica. A última das fraquezas estava na sua saúde debilitada, que lhe causava frequentes desânimos e cansaços, Roser tinha reumatismos frequentes e problemas cardíacos. Apesar de tudo, era um jesuíta vigoroso, obediente e obstinado, características que lhe mantiveram firme na realização do projeto até o fim de sua vida. Antes de apresentarmos as atividades científicas realizadas por ele em Chicago, vamos discutir de forma sucinta o contexto das pesquisas em raios cósmicos no início dos anos 1950.

4.2.1 Um breve contexto sobre o campo da detecção de partículas em meados do século XX

Desde sua descoberta, em 1912, os raios cósmicos foram a principal fonte de partículas de alta energia disponível para pesquisas de desintegração nuclear. Através dessa radiação, em 1947, César Lattes e o grupo de Bristol conseguiram detectar o méson-π na altitude de Chacaltaya utilizando técnicas de emulsões nucleares aprimoradas pelo próprio Lattes (TAVARES, 2017).

Até esse momento, as técnicas detecção de partículas eram basicamente realizadas por contadores Geiger-Muller, câmaras de ionização e por emulsões. No final dos anos 40, um novo instrumento para a detecção de partículas surge: os cintiladores. Grupos de pesquisadores se empenham em compreender e dominar essa nova técnica oriunda desses novos equipamentos (KREBS, 1952).

A nova técnica trouxe novos conhecimentos sobre a constituição da matéria e o entendimento do mecanismo de transporte de energia nas soluções irradiadas. Assim, fez avançar os campos da física nuclear, raios cósmicos e radiobiologia. As técnicas anteriores, como as câmaras de ionização eram ineficientes na identificação e quantificação das partículas irradiadas (KREBS, 1952).

No início do século XX, descobriu-se que processos de bombardeamento de feixes radioativos produziam luminescência em alguns compostos inorgânicos. Alguns anos mais tarde, essa ideia ajudaria no desenvolvimento do método de contagem de partículas alfa que levaram há muitas descobertas importantes, como a desintegração do lítio com prótons artificialmente acelerados por Cockcroft e Walton, em 1932. No entanto, de acordo com Krebs,

o método apresentava muitas desvantagens, tais como: o nível das cintilações serem fracas; o risco de exposição gama e o longo tempo para contagem das cintilações.

O contador Geiger-Muller durante muitos anos foi o instrumento mais usado e sensível da pesquisa moderna. Sua vantagem estava na praticidade e na robustez, sendo amplamente usado para proteção radiológica em situações de uso de fontes radioativas. Contudo, podemos indicar duas complicações: o longo tempo de resposta e a não identificação do tipo ou energia de radiação (OKUNO; YOSHIMURA, 2009).

A solução desses problemas foi apresentada por Kallmann, em 1947, por meio de novo dispositivo de detecção, com espessos cristais orgânicos de naftaleno acoplados a um fotomultiplicador para medir intensidades mínimas de luz na forma de lampejos. Kallmann constatou que a magnitude de luz de cada cintilação emitido pelo cristal e registrada pelo tubo fotomultiplicador era proporcional à energia da radiação depositada no cristal. Esse novo equipamento provocaria uma revolução nas técnicas de detecção de partícula, nos anos 50, se tornariam uma nova área da ciência impulsionando o desenvolvimento e a pesquisa. O contador por cintilação se tornaria rapidamente um instrumento valioso no campo das pesquisas científicas, possibilitando novas descobertas (KREBS, 1952).

Após a descoberta de Kallmann, muitas outras propostas surgiram baseadas no mesmo princípio de funcionamento. Os novos arranjos experimentais continham: cristais (orgânico ou inorgânico), circuitos com fotomultiplicador, osciloscópio e uma fonte radioativa ionizante. Para melhorias nas respostas obtidas pelos cintiladores era preciso melhorar sua capacidade de distinguir diferentes tipos de radiação e energias depositadas em seu interior. Duas substâncias, entre várias outras, foram testadas como candidatas ao material de composição dos cristais: um composto orgânico aromático da família do naftaleno, o antraceno (BELL, 1948); o outro, um composto inorgânico, iodeto de sódio dopado com tálio (HOFSTADER, 1948).

Os pesquisadores estavam interessados em conhecer as propriedades físicas dos cristais e as faixas de energia que respondiam de forma mais eficiente aos estímulos radioativos depositados em seu interior. Uma característica desejada seria a linearidade entre a luz de saída e a energia da radiação. Nesse quesito, o composto inorgânico do iodeto de sódio se comportou dentro do desejado em todas as faixas de energia. O comportamento linear para o antraceno só ocorria para faixas superiores a 170 MeV (KREBS, 1952).

4.3 ROSER E OS CINTILADORES :O TRABALHO EXPERIMENTAL EM CHICAGO

O Instituto de Estudos Nucleares (INS) foi um legado deixado pela Segunda Guerra Mundial, onde seus laboratórios e cientistas estiveram à disposição do governo americano no esforço de construir a tecnologia nuclear para fins militares, que ajudaria os aliados a vencerem a guerra. Segundo Samuel Allison[129] as principais tarefas dos laboratórios da universidade, no período das batalhas, eram a iniciação do urânio na reação em cadeia de fissão nuclear e o desenvolvimento de métodos para a produção de plutônio em quantidades para fins militares (ALISSON, 1947). Após a guerra o Laboratório de Metalurgia, como era conhecido, foi divido em três novos laboratórios, um deles o INS.

O instituto não oferecia graduação, somente pesquisas em nível de pós-doutorado orientada por algum professor-pesquisador, em que para a conclusão seria necessário fazer uma tese de concurso. Os pesquisadores membros possuíam autonomia em seus programas de pesquisa em investigações que julgassem promissoras dentro do campo da pesquisa básica. Os laboratórios recebiam recursos financeiros de órgãos militares e civis. Um dos principais apoiadores era o Escritório de Pesquisas Naval da Marinha americana (ONR).[130]

O departamento de física do INS estava no início da era dos grandes aceleradores e pesquisava as propriedades de partículas de altas energias, que consistiam nos estudos de raios beta e fótons realizados no bétratron de 100 MeV e no sincrociclotron de 400 MeV. No campo da radiação cósmica, Marcel Schein, principal pesquisador dessa área no instituto, monitorava as atividades solares e utilizava métodos diferentes para obtenção desses dados. As medidas eram feitas por balões alçados aos céus em alturas que podiam chegar a 30 km, ou em estações de medidas localizadas em altitudes diferentes espalhadas por várias latitudes globais, utilizando câmaras de ionização (Figura 17).

[129] Diretor do Instituto de Estudos Nucleares da Universidade de Chicago em 1947.

[130] Oficce Naval Research

.

Figura 17: Pesquisa em raios cósmicos. Marcel Schein realizando pesquisas em raios cósmicos em estádios de futebol americano através de balões auxiliado por Padre Roser, em Chicago, 1950.

Por meio dos documentos analisados inferimos que Roser foi aceito para fazer um pós-doutorado. Nas cartas trocadas com seus superiores, ele mencionava repetidamente sobre fazer uma tese de concurso ao final de sua estadia em Chicago[131] [132]. Após alguns meses de sua chegada no laboratório, Roser foi designado por Schein para trabalhar com detecção por cristais, os cintiladores, e não com estudos através de balões conforme a foto sugere. A imagem dele com Schein revela que ele aproveitou ao máximo a estadia no INS, aprendendo todas as novas técnicas sobre raios cósmicos participando das atividades conduzidas por Schein. Em carta encaminhada ao Padre Provincial, ele enfatizou que o trabalho que estava prestes a realizar seria uma novidade científica: "Além do estudo geral que para mim deverá (deveria) ser um arredondamento dos conhecimentos, fui encarregado do trabalho de pesquisa na adaptação de um instrumento recente, i.e., dos contadores a cristal para os raios cósmicos"[133].

Como já discutido, a técnica de cintilação tinha cerca de três anos. Dezenas de trabalhos já haviam sido realizados com propósito de examinar as propriedades físicas dos materiais de cintilação, como também aprimorar o sistema de detecção. Uma questão surge: quais as contribuições Roser trouxe para o campo da detecção de partícula e dos raios cósmicos, enquanto esteve em Chicago? Para nos ajudar a responder essa nova questão, vamos examinar além dos trabalhos publicados por Roser e Theodoro Bowen também outros com a mesma finalidade, na Physical Review, no período (1948-1952).

Desde sua chegada ao INS até a publicação do artigo final, The Response of Anthracene Scintillation Crystal to High Energy μ-Meson[134], com Theodore Bowen[135]. Padre Roser se dedicou integralmente ao projeto que lhe encarregaram dividindo o seu tempo entre aulas, seminário, laboratório e oficina. A dupla publicou, no período, cinco trabalhos, entre comunicações e trabalhos completos, quatro na Physical Review (Phys Rev) e um Bulletin of The American Physical Society (APS). Nesse período, o padre ainda encontrou tempo para comunicar suas pesquisas na Revista Ciência e Cultura de 1951.

---

[131] Carta de Roser enviada ao Provincial, Domingo de Pentecostes, 1950, Acervo da Cúria dos Jesuítas (doravante APBCJ), RJ.

[132] Carta de Roser enviada ao Provincial, 01/08/1950, APBCJ, RJ.

[133] Carta de Roser enviada ao Provincial, Maria Della Estrada, Chicago, 25/01/1950, APBCJ, RJ.

[134] Recebido para publicação em 07/12/1951, publicado em Phys Rev 85.992/1952

[135] Nasceu no Illinois e faleceu no Arizona (1928-2015). Conclui o PHD na Universidade de Chicago em 1954. Professor titular da Universidade do Arizona (1963-1993). Suas áreas de atuação foram os Raios Cósmicos, Física de Partículas e a Física Médica.

Os dois primeiros trabalhos publicados em 1950 foram provavelmente comunicações do projeto. Não conseguimos obter o conteúdo desses documentos nos arquivos da Physical Review (número 81, p.323) e no Boletins da APS (número 25, p.35), na busca online. Contudo, podemos deduzir a partir das correspondências que Roser participou de eventos científicos nesse período, um deles provavelmente da APS. Conforme conferimos na carta enviada ao Provincial, em meados de 1950, dentre muitos assuntos tratados na correspondência, Roser descrevia sua rotina na universidade: "Estou completamente absorvido ainda na primeira parte [projeto]. Tenho que fazer uma pesquisa para o professor, referir delas depois em duas conferências aqui..."[136]

Apesar de não conseguirmos acessar os dois primeiros trabalhos de Roser e Bowen, que para nossa pesquisa seria de grande importância, entendemos que naquele momento eles estavam no início da pesquisa e que os passos apresentados nesses artigos foram publicados no artigo seguinte (ROSER; BOWEN, 1951).

Na próxima seção retrataremos o projeto de Roser-Bowen da construção do detector de cintilação para experimentos de raios cósmicos. Apresentaremos dentro do contexto da época, os objetivos, o arranjo experimental, a metodologia apresentada e os resultados obtidos.

4.3.1 O cintilador Roser-Bowen

Sabemos que Marcel Schein designou Roser a construção de detector por cintilação para estudos dos raios cósmicos, conforme visto anteriormente. Antes de entrar propriamente na pesquisa, somos tentados a deduzir as possíveis origens desse projeto. Então, fomos buscar as principais aplicações desse tipo de contadores até o momento em que Roser inicia suas pesquisas. Aproveitamos também para examinar as pesquisas realizadas pelo professor Schein naquele período, ademais fizemos um apanhado das pesquisas em raios cósmicos com utilização da técnica de cintilação.

[136] Carta de Roser enviada ao Provincial, Maria Della Estrada, Chicago, 25/01/1950, APBCJ, RJ.

4.3.1.1 Os cintiladores: a nova técnica para detecção de partículas

Em meados de 1950, já havia bastante conhecimento sobre as propriedades dos cintiladores fosforescentes e alguns fatos eram bem estabelecidos. Pesquisas com raios alfa, beta e gama já tinham sido realizados e os contadores eram a nova coqueluche dos físicos do período. A nova técnica havia permitido estudar partículas de 10^{-8} s (0,01μs), o que não significava um limite, e investigar processos de raios gama de forma mais eficiente do que obtido por um contador Geiger (PRINGLE, 1950).

No INS, o professor Marcel Schein era a referência em raios cósmicos. Ele chegou ao laboratório, em 1938, sob a liderança do laureado Arthur Compton. Suas pesquisas iniciais foram dedicadas a descoberta da composição da radiação primária. Por anos, ele se interessou por interações nucleares de energias superiores às obtidas por aceleradores de sua época (ROSSI, 1960).

No período compreendido por nosso estudo, Schein coordenava pesquisas em cinco estações de medidas de raios cósmicos, duas em território americano e três em cooperação internacional. Uma delas, a de Climax, Colorado, cuja altitude é de 3500 m, registrou em 1949 um valor 200% superior à média de dez anos. As medidas, obtidas com câmara de ionização, intrigaram a equipe que atribuiu o valor a atividades solares (SCHEIN; STINCHOMB; FORBUSH, 1950). Outro trabalho foi realizado através de balões lançados em Camp Ripley[137], para estudos de desintegração nuclear, mas também foram surpreendidos pela ocorrência de um *flare* solar que ficou registrado nas emulsões (SCHEIN; LORD; ELSTON, 1950). Até o projeto de pesquisa de Roser-Bowen, não havia ainda sido desenvolvido pesquisas com cintiladores aplicados em raios cósmicos no instituto científico da Universidade de Chicago.

Com intuito de saber o estado da arte da técnica de cintiladores aplicados às pesquisas de raios cósmicos, fizemos um levantamento na principal publicação na área da física americana naquele período, a Physical Review (1948-1952). A busca revelou 8 artigos dedicados ao uso de cintiladores na pesquisa de radiação cósmica. Contudo, apenas um artigo, de pesquisadores da Universidade de Yale, utilizou cristais de antraceno em suas pesquisas. Esse experimento foi realizado em Clímax, a 3500 m de altitude, para detectar raios cósmicos estelares com uso de compostos orgânicos como cintiladores (naftaleno e antraceno). Com um arranjo experimental em que flocos dos compostos orgânicos foram colocados em pratos de 11cm de diâmetro acoplados a um sistema eletrônico com fotomultiplicador. Os pesquisadores

[137] Campo de treinamento militar, no Estado de Minnesota, desde 1929.

constataram melhores respostas para o antraceno do que para o naftaleno. Os resultados obtidos por eles concordavam com os esperados para raios cósmicos (MONTGOMERY; MONTGOMERY, 1950).

Como podemos ver, o campo dos raios cósmicos estava caminhando para a utilização da nova técnica de detecção de partículas. O professor Schein atento às novas descobertas e experiente em seu campo de atuação, confiou aos seus novos pesquisadores, do INS, a tarefa de construir um contador de cintilação.

Para o desenvolvimento do projeto de pesquisa com Bowen, Roser teve lições sobre torneamento aprendidas com um sueco, na oficina do INS, que lhe foram úteis para a criação do detector. Desse modo, ele viu a importância de se ter uma oficina a serviço do laboratório com pessoas habilidosas na prática[138]. Essa vivência ele incorporaria na PUC, anos mais tarde. O aprendizado que teve na oficina; os conhecimentos de eletrônica que possuía desde o tempo do Hafelekar, que foram depois praticados em atividades pedagógicas nos colégios da companhia, lhe foram úteis para o desenvolvimento de seu projeto de pesquisa na INS.

O propósito inicial da pesquisa era adequar os novos equipamentos de detecção de partículas por cintilação, para medir partículas oriundas de radiação cósmica e nesse caso: mésons-μ.[139] Por conseguinte, o experimento seria empregado para verificar se a proporcionalidade entre a energia da partícula e a luz de saída nos contadores de cintilação, até 10 MeV, fato conhecido à época, continuava válida para os mésons-μ de alta energia e se a perda de energia dessas partículas nesse cristal obedeceria a fórmula de Bethe-Bloch[140]. Não é nosso interesse explicar questões técnicas do equipamento, mas sim descrevê-lo, apresentar a composição dos dispositivos, os componentes empregados, a configuração em que foram dispostos no arranjo experimental e os resultados encontrados.

---

[138] Carta de Roser ao Padre Provincial, 15/08/1950, APBCJ, RJ.

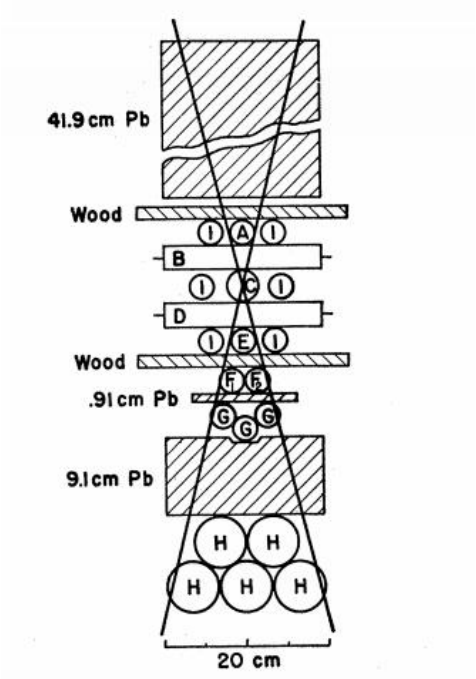
[139] Achava-se que esta partícula fosse o méson da teoria de H. Yukawa, no início dos anos 40. Foi inicialmente chamada de mésotron e apesar de ter massa entre os prótons e nêutrons e ela não tinha as propriedades prevista teoricamente. Nos anos 50 ficou conhecida como méson-μ (ou méson mu). Anos mais tarde foi rebatizada de múons.

[140] Esta fórmula descreve a média da perda de energia por distância percorrida das partículas carregadas.

4.3.1.2 Arranjo experimental não relativístico

O equipamento construído pela dupla Roser-Bowen tinha a forma de um contador-telescópio, conhecido desde os anos 1930. Este foi confeccionado com um cristal de antraceno (C) posicionado ao centro da configuração. Sua finalidade era medir a quantidade de partículas que atravessassem o ângulo sólido formado por ABDE-I. O cristal estava ligado a duas válvulas fotomultiplicadoras 5819 que enviavam os sinais ao osciloscópio. O restante da superfície do cristal estava coberto por folhas de alumínio para melhorar a captação luminosa. Contadores Geiger (F, G e H) cobrem o ângulo sólido ABDE. Outros contadores (I) foram colocados lateralmente para captar chuveiros laterais não coincidentes com o ângulo sólido (Erro! Fonte d e referência não encontrada.).

Figura 18: O Arranjo experimental para mésons-μ não relativístico.

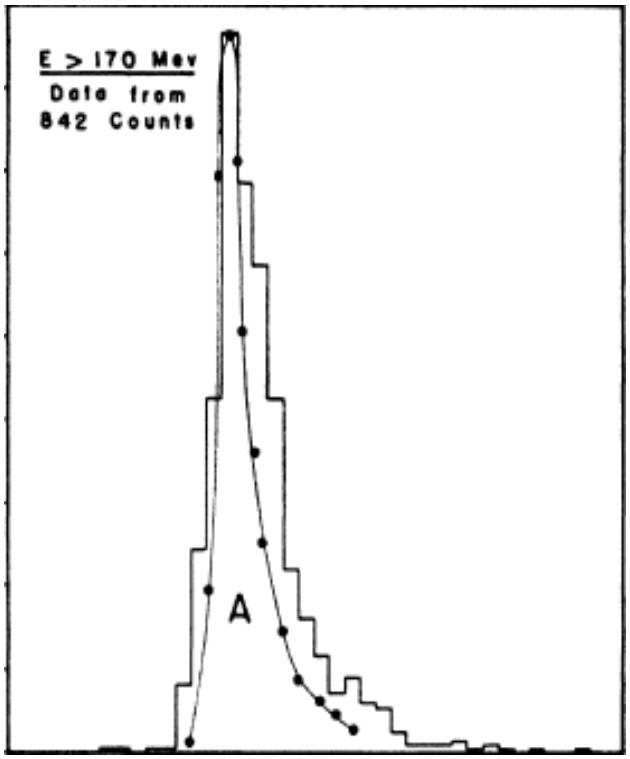


Fonte: Roser e Bowen, 1951.

Para distinguir os traços de diferentes contadores na tela do osciloscópio, os sinais dos detectores foram atrasados entre si. Os dados gerados por cada evento eram gravados por uma câmera automática, que permitia registrar ao mesmo tempo todo processo experimental de coleta de dados para as três faixas de energia.

Foram colocados absorvedores de chumbo, de espessuras variadas, com a finalidade de selecionar a faixas de energia das partículas capturadas e proteger o sistema de elétrons (Figura 19). O design do experimento distinguia três faixas: a) de 29 a 48 MeV; b) de 49 a 170 MeV; Partículas com energias de 170 MeV em diante constituiu um grupo separado. Roser e Bowen explicaram que essas faixas de energia foram selecionadas para dar um aumento gradual na perda de energia, com taxas de 0,7 MeV / g / cm (ROSER; BOWEN, 1951).

Figura 19: Histograma de distribuição de pulso



Fonte: Roser e Bowen, 1951. O histograma mostra distribuição das alturas de pulso encontradas para os mésons-μ de energia maiores que 170 MeV passando pelo fósforo. A curva suave é a distribuição esperada com base na equação de Landau.

A abertura do arranjo era de 0,08 sr[141], permitindo uma taxa média de contagem de 8 pulsos por hora. Um absorvedor de chumbo adicional de 16,5 polegadas foi colocado para cortar mésons-μ abaixo de 580 MeV, aumentando assim a taxa de contagem nas faixas para energias baixas. Como mostrado na Erro! Fonte de referência não encontrada., mésons-μ de energia m

[141] O *esterradiano* ou *esferorradiano*, é a unidade de medida padrão no Sistema Internacional de Unidades para quantificar ângulos sólidos. Equivale ao ângulo sólido formado por um cone tal que a área da esfera de raio unitário, cujo centro fica no ápice deste cone, tenha o valor de um metro quadrado.

aior que 170 MeV (ionização mínima) produziam picos cujo valor médio chegavam a 30,3 MeV. A partir dessas considerações obtidas do experimento, a dupla chegou a duas conclusões, a saber (ROSER; BOWEN, 1951):

a) a possibilidade de distinguir mésons-μ de partículas-α, devido ao espalhamento bem pequeno da distribuição do pulso em torno do valor médio;
b) não foi possível medir o aumento relativístico na perda da energia para os mésons-μ de alta energia por conta da produção de raios-δ[142], que não pode ser desconsiderada no experimento, imprimindo uma assimetria característica na curva de distribuição encobrindo o aspecto relativístico.

Apesar do experimento não permitir medidas de mésons-μ de energias relativísticas, os resultados para a faixa de mésons com energias entre 48 e 170 MeV mostrou-se confiável, porque estava de acordo com a previsão teórica da fórmula de Bethe-Bloch. Visto isso, eles inferiram que outras partículas deveriam experimentar a mesma proporcionalidade para a energia de ionização mínima.

Um fato interessante é que no artigo (ROSER; BOWEN, 1951), eles não mencionam onde obtiveram os dados experimentais. No entanto, presumimos que pela data da carta escrita ao Padre Provincial[143], o experimento tenha sido realizado na estação de medidas de raios cósmicos situada em Climax, logo após ter feito o curso de aperfeiçoamento em física nuclear, em Oak Ridge. Pe. Roser aproveitou a proximidade de sua localização para conhecer o lendário observatório do Monte Evans[144] ficando impressionado com a entrega dos cientistas a seus projetos frente às adversidades climáticas:

> Estou por uma semana em Leadville trabalhando em nosso observatório de raios cósmicos. Antes visitei os laboratórios no Pico do Monte Evans (4.300 m), onde o pessoal luta contra o vento e a neve em refúgios improvisados, mas fornecidos de todo material científico. Interessante ver a eficiência científica e a camaradagem que existem nestes grupos, vivendo isoladamente nestes lugares desertos, passando todo o verão nesta espécie de vida dura por amor à ciência[145].

[142] Um raios-δ é caracterizado por muito elétrons rápidos produzidos em quantidade por partículas-α ou outras partículas energéticas carregadas que colidem com elétrons dos átomos. Coletivamente, estes elétrons são definidos como raios-δ quando têm energia suficiente para ionizar átomos adicionais através de interações subsequentes a sua própria.

[143] Carta ao Padre Provincial, 23/09/1950, APBCJ, RJ.

[144] Local onde A. H. Compton realizou a pesquisa pioneira sobre raios cósmicos, em 1931, e também da medida exata do tempo de vida do mesótron por B.Rossi, em1939.

[145] Vide nota de rodapé 143

4.3.1.3 O arranjo para energias relativísticas

A impossibilidade de detectar mésons-μ relativísticos parece ter motivado a dupla a aprimorar o experimento. No entanto, eles acabaram construindo um outro instrumento para detecção dessas partículas, com arranjo experimental ligeiramente diferente do primeiro. Nesse novo equipamento, eles colocaram dois cristais de antraceno e dispuseram numa configuração geométrica diferente (Erro! Fonte de referência não encontrada.**)**. Esse experimento foi p ublicado na seção cartas ao editor da Physical Review, em 1951 (ROSER; BOWEN, 1951). A finalidade desse atual estudo era verificar a validade da correção do efeito de densidade para a fórmula da perda de ionização previstas por alguns autores da época, como Enrico Fermi (1901-1954) (FERMI, 1940).

Para realizar a investigação consideraram que os mésons-μ seriam uma fonte ideal de partículas relativísticas ao nível do mar, porque possuem uma faixa extensa de energias à disposição e a taxa de absorção por perda de radiação e por colisões nucleares são desprezíveis. A fim de investigar a curva de perda de ionização em energias relativísticas, os absorvedores de chumbo são simplesmente usados para determinar três bandas de energia para de mésons-μ de: a) 190 a 460 MeV; b) 460 a 960 MeV; c) superior a 960 MeV.

Os valores encontrados experimentalmente para cada faixa (a, b e c) estavam em concordância com os valores teóricos previstos pela teoria da energia perdida por ionização, com erro experimental de cerca de 2 a 3 %, considerando os efeitos da densidade para o cintilador. Conforme esperado a perda de ionização mais provável no antraceno indica um aumento de menos de 2% entre 300 e 3000 MeV para mésons-μ. Os resultados experimentais encontrados por Roser e Bowen nessa segunda investigação, segundo eles, parecem estabilizar definitivamente a existência de redução na perda de ionização causada pelo efeito de densidade.

Roser escreve uma comunicação do projeto final à Revista Ciência e Cultura (ROSER, 1951), no final do ano de 1951. Nesse trabalho ele oferece um breve resumo de suas pesquisas com cintiladores de cristal aplicados a partículas de alta energia e dos resultados obtidos, que serão publicados de forma mais completa no artigo de 1952 da Physical Review.

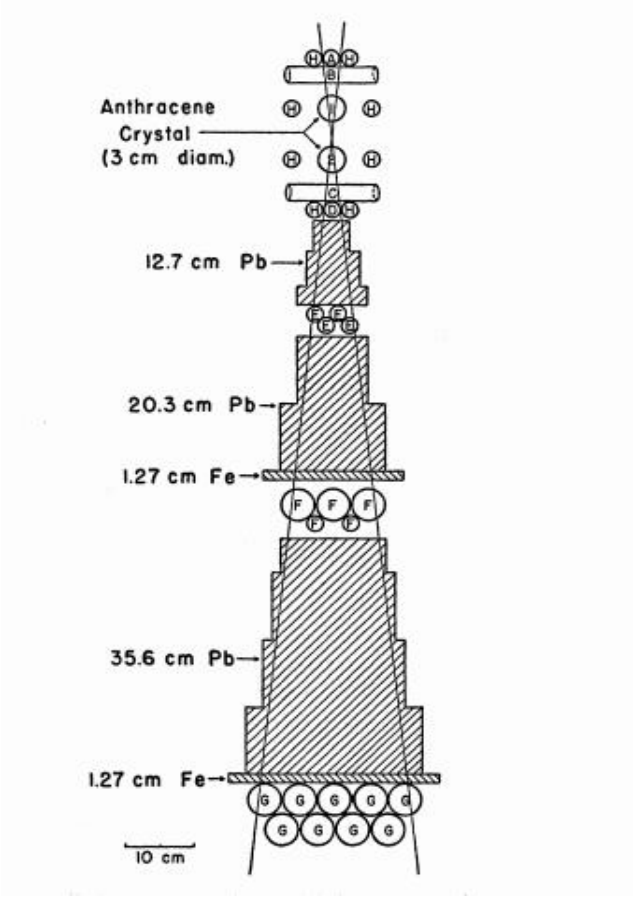
4.3.1.4 O artigo completo: The Response of Anthracene Scintillation Crystals to High Energy Mesons-μ

O trabalho final de Roser e Bowen (1952), sobre detector de cintilação, foi enviado para publicação também no fim do ano de 1951. Esse trabalho engloba os dois equipamentos construídos e publicados nos artigos anteriores. Dessa vez, ambos equipamentos foram realizados ao nível do mar. A dupla mostrou a resposta satisfatória dos contadores de cristais de antraceno à passagem de mésons-μ. As partículas capturadas, de 29 MeV a 1 GeV, ao nível do mar, quando atravessaram o cristal mostraram pouca perda de energia. Eles constataram que a eficiência de cintilação do cristal diminui com o aumento da ionização específica, conforme experimentos usando elétrons e prótons. Outro resultado interessante encontrado na pesquisa, foi o erro experimental na casa dos 2% para energias relativísticas dos mésons-μ em concordância com a redução do efeito de densidade na perda de ionização para o antraceno.

Nesse artigo eles esclarecem o porquê da utilização dos cristais de antraceno para a investigação. A escolha foi baseada nas propriedades físicas desse cristal que, por exemplo, dentre os cristais orgânicos conhecidos era o que tinha a maior intensidade de luz de saída. Explicam também que a realização do experimento ao nível do mar permitia usar a fonte natural de mésons-μ, oriundas da radiação cósmica, numa faixa grande de energias e que a absorção por perdas de radiação e as colisões nucleares seriam desprezíveis. Argumentam ainda que os resultados encontrados para os mésons-μ, deveriam ser os mesmos para quaisquer outras partículas, fazendo apenas uma mudança de escala.

Outros aspectos podem ser observados e que valem ser destacados, se comparados com os trabalhos anteriores. A primeira seria a discussão teórica dos fundamentos sobre a perda de energia por ionização apresentando fórmulas matemáticas que emergem das teorias usadas no projeto de pesquisa. A segunda é sobre a terminologia usada para os equipamentos. O equipamento do artigo anterior foi chamado de arranjo não relativístico, o que antes foi chamado genericamente de arranjo experimental. Já o do segundo trabalho representado pela (Figura 20) foi nomeado de relativístico. Esse último trabalho apresentou e discutiu também o circuito eletrônico que acompanhava o experimento (Figura 21).

Figura 20- - O arranjo experimental para mésons-μ de energias relativísticas



Fonte: Roser e Bowen, 1951.

Figura 21: Diagrama de circuito acoplado a contador telescópico

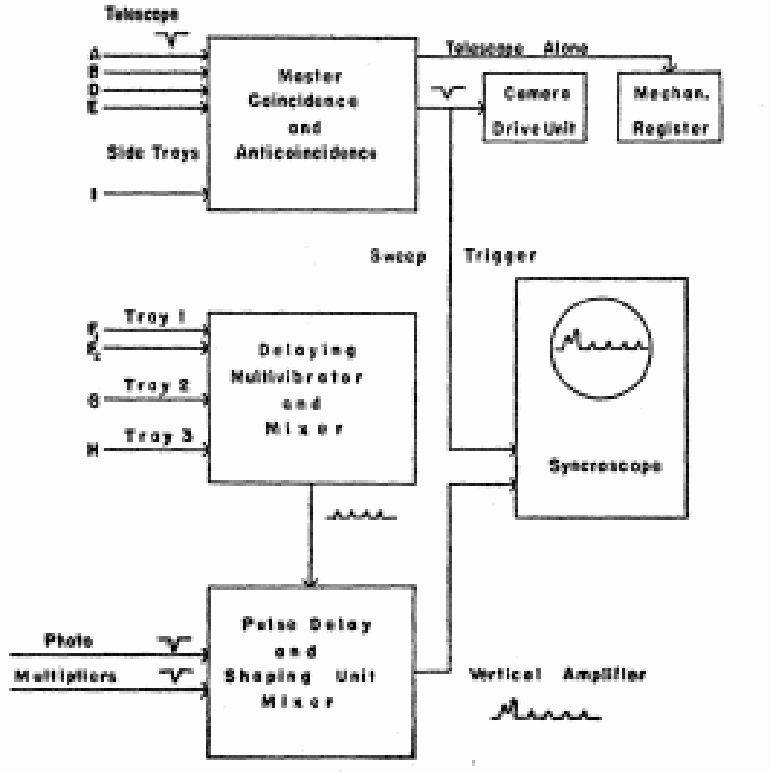


Diagrama do circuito eletrônico acoplado ao contador telescópio para a detecção das partículas de alta energia que atravessem o equipamento.
Fonte: Roser e Bowen, 1951.

Os resultados encontrados por Roser e Bowen apresentam uma flutuação apreciável na saída de luz ocasionada pela dispersão na perda de energia, em cristais de antraceno, tendo a partícula que o atravessa uma pequena perda de energia. A redução da eficiência da cintilação do antraceno com o aumento da ionização específica é encontrada para os mésons-μ, mesmo quando a ionização específica é apenas uma dupla ionização mínima. Outro efeito apreciado foi que, as energias relativísticas não mostraram aumento relativístico na perda de ionização no antraceno, considerado pela dupla uma constatação da existência do efeito densidade.

4.4 A RELAÇÃO DE ROSER COM O CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

A estadia de Roser na Universidade de Chicago foi bem frutífera no campo científico. Os artigos publicados na Physical Review contribuíram para o avanço do conhecimento sobre cintiladores e foram bem recebidos pela comunidade científica. Na consulta que realizamos no site da revista, havia quarenta e três citações dos três artigos[146] publicados pela dupla.

Nesses dois anos de estudos em Chicago, Padre Roser pode atualizar seus conhecimentos sobre a física nuclear e adentrar em dois novos campos, partículas e estado sólido, campos em franco desenvolvimento na época. Ele ainda conheceu e praticou as modernas técnicas do seu campo original de estudos, os raios cósmicos. O acesso a instituições de elevado valor científico com competentes pesquisadores de várias partes do mundo, o reabilitou para as práticas científicas modernas, tornando-o hábil na experimentação. Esses novos atributos como pesquisador seriam usados, mais tarde, no Instituto de Física da PUC.

Certamente, sua estada em Chicago não foi limitada apenas ao laboratório da INS, no Departamento de Física, imerso apenas no seu problema de pesquisa. Roser esteve vários centros de saber científico americanos, guiado por sua implícita intuição de aprender com os melhores, para com mais habilidade e competência servir à companhia em seu projeto de ensino superior. Ele se capacitou nas novas formas praticar ciência e criou uma rede de contatos que possibilitou outros membros jesuítas o acesso a esse novo mundo científico.

A seriedade e a dedicação ao trabalho científico, em meio a outros compromissos de ordem religiosa, como serviços paralelos prestados à Companhia de Jesus, lhe renderam elogios e também um convite de trabalho. Cesar Lattes, então diretor técnico-científico do CBPF, lhe convidou para trabalhar, no centro de pesquisa do Rio de Janeiro. Lattes lhe oportunizou a criação da linha de pesquisa sobre cintiladores que ficaria sobre a responsabilidade de Roser. No entanto, por sua condição dentro da Companhia não caberia a ele decidir pela aceitação do convite. Dessa forma, diante da oferta, ele comunica ao seu superior a proposta, intuindo esclarecer melhor as razões do convite:

> Entre outras recebi uma carta do Diretor do Centro de Pesquisas em que ele me encarregava da seção de aparelhos de cintilação (para medida de radioatividade e raios cósmicos) no referido centro. Naturalmente não sei ainda se posso aceitar, mas em todo o caso, sou eu atualmente o único está ao par desta nova técnica, que entretanto

[146] Consulta à *Physical Review*, 01/09/2020.

> se tornará rapidamente de grande importância na física. E finalmente irá acabar dominando os processos de medida no campo da radioatividade e das radiações[147].

Roser via que a técnica poderia ser usada de imediato no Brasil em locais de pesquisas do CBPF, cuja radioatividade natural era elevada, mas também no novo laboratório em construção na Bolívia: "Como o centro tem grandes projetos neste ponto as estações do Rio, da Mina do Morro Velho, e de Chacaltaya na Bolívia, vê-se que eles vão precisar cada vez desta nova técnica"[148].

Podemos dizer que Roser ficou apreensivo com o convite, a tal ponto de sugerir aos seus superiores tomarem conhecimento das atas do CBPF para melhor compreensão das razões do convite. Entendemos que seria uma oportunidade de servir concomitantemente a igreja e ao país, participando efetivamente do ambiente científico brasileiro estimulado pelo "eldorado nuclear". "Se V. Rev. Estiver mais interessado nas atividades passadas e futuro do centro. Seria fácil pedir o relatório dele que acaba de sair por ocasião da primeira assembleia geral. C.P. Bannwarth facilmente poderia obter o volume digno de um estudo minucioso[149]"

É importante dizer que boa parte das cartas enviadas aos superiores jesuítas eram respondidas, às vezes com uma outra carta redigida com as questões levantadas por Roser, ou com respostas curtas no corpo da carta enviada. Na carta tratada acima, o Provincial fez alguns curtos comentários em outros assuntos tratados na correspondência, mas no referido assunto do convite nada foi escrito.

A outra carta[150] dirigida ao Padre Provincial foi escrita no dia seguinte, nessa correspondência Roser explica que havia pegado uma gripe e teve que repousar, assim aproveitou para aprofundar algumas questões com o superior. Na parte da carta em que se referia aos estudos, ele mais uma vez mostra a importância de seu trabalho sobre os detetores de cintilação para o CBPF, que estaria interessado em todos os detalhes de fabricação do equipamento. Àquela altura Roser e Bowen deveriam estar em processo de finalização do projeto, para que em setembro eles pudessem levar o cintilador à estação de Climax e assim, coletar os primeiros dados experimentais dos mésons-μ com equipamento.

A relação entre Lattes e Roser não se encerra nesse episódio do convite de encarregar o Padre na seção de contadores de cintilação no centro de pesquisa, como pode ser conferido no período em que esteve em Stanford. Ambos possuíam um recíproco respeito científico, tanto

---

[147] Carta ao Provincial, 30/07/1950, APBCJ, RJ.

[148] Idem ao 146

[149] Idem ao 146

[150] Carta escrita ao Provincial, 01/08/1950, APBCJ, RJ.

que Lattes demonstrou certo constrangimento no pedido de Roser para uma carta de recomendação a Felix Bloch, chefe de laboratório de pesquisas nucleares em Stanford, para mais um período de atualizações. Nessa mesma carta de resposta[151], Lattes reforça o convite terminando o texto com a seguinte frase: "Espero, porém, que tenhamos a oportunidade de vê-lo logo entre nós como colaborador" [152]. Não sabemos muito mais sobre o desenrolar desse convite no ano de 1951, pois existem pouquíssimas cartas desse período nos arquivos da Cúria dos Jesuítas, o que não nos permite traçar com mais detalhes o desfecho para essa história. Sabemos apenas que não aconteceu, porque Roser se manteve nos EUA até maio de 1956.

É importante dizer que cartas anteriores e posteriores ao ano de 1951, nos ajudam a reconstituir os acontecimentos desse período. Sabemos que o cronograma previsto por Roser ao chegar em Chicago era para estudos em raios cósmicos, física nuclear e física estatística. Havia pensado em permanecer por no máximo um ano nos EUA, mas o período acabou sendo curto para terminar a pesquisa com os cintiladores e depois dar segmento aos estudos combinados em Stanford. Assim, solicitou ao padre Provincial uma prorrogação do tempo, que lhe fora concedida. Ele esperava até o fim do ano de 1950 terminar o projeto dos cintiladores, o que também não aconteceu. O projeto se estendeu até o fim de 1951, e assim novos cronogramas precisaram ser construídos junto aos superiores para que pudesse finalizar os projetos.

Em boa parte do tempo, no período em questão, Roser esteve com Bowen aperfeiçoando os cintiladores, conforme conferimos nas datas de envio dos artigos para a publicação. Contudo, cartas do início do ano seguinte mostram que Roser visitou Chacaltaya com Schein no segundo semestre de 1951: "A viagem foi ótima. A estadia em La Paz com o Prof. Schein muito proveitosa. Subimos a 5.500 m do Chacaltaya e discutimos todas as coisas a respeito do laboratório. Mas mexi-me demais e senti-me deveras mareado..."[153]

A relação entre Schein e Roser permaneceria ainda nos anos de Stanford, pois o primeiro vislumbrava em Chacaltaya mais uma estação de pesquisa de raios cósmicos que ficaria sobre a responsabilidade de Roser. Schein visava compartilhar com Lattes e seu grupo do CBPF o espaço do laboratório de Chacaltaya para futuras pesquisas com uma câmara de nuvens. Salientamos que a câmera de nuvens utilizada por Lattes no monte boliviano foi doada por

[151] Documento disponível no Anexo 1.

[152] Carta escrita por Lattes a Roser, 08/01/1951, APBCJ, RJ.

[153] Carta de Roser ao Provincial, 25/01/1952, APBCJ, RJ.

Schein. Esse fato é bem conhecido na literatura (MARQUES, 2005; DOBRGKEIT, 2010) (TAVARES, 2017). Roser por sua vez, via a excelente oportunidade de começar o centro de pesquisa da PUC-RJ com um programa científico robusto numa tríade com INS e CBPF. O jesuíta tornou-se o elo entre Schein e Lattes, por cerca de dois anos, em virtude de um novo projeto proposto por Schein para novas estações de medidas de raios cósmicos (1952-1953).

Esse episódio nos ajuda a compreender um pouco mais sobre o interesse de César Lattes nos trabalhos que Roser desempenhava em Chicago. Segundo Joaquim da Costa Ribeiro (RIBEIRO, 1955), o programa de pesquisa em Chacaltaya envolvia o uso de câmeras de nuvens e uso de contadores e circuitos eletrônicos, construídos no CBPF. Contudo, Marques (2005) nos trouxe informações que o programa não foi bem-sucedido por conta de limitações técnicas e de pessoal.

Os experimentos de cintilação com líquidos orgânicos foram desenvolvidos nas oficinas do CBPF, mas com pessoas com qualificação abaixo da necessária para se alcançar resultados relevantes no campo dos raios cósmicos. Eles não desfrutavam de familiaridades com as sutilezas da eletrônica na faixa dos nanosegundos. Tampouco as válvulas eletrônicas disponíveis no país se adequavam àquelas tarefas, como nos conta Marques (MARQUES, 2005). Assim Lattes não teve êxito no programa dos píons através dos raios cósmicos, o que foi conseguido em 1951 de forma artificial, nos laboratórios americanos. Portanto no tocante a essa necessidade técnica e de pessoal, um pesquisador com a formação de Roser e com o conhecimento das novas técnicas de cintilação seria de grande valor, não só para o programa de Chacaltaya, mas para outras pesquisas em raios cósmicos e radioatividade no Brasil.

4.4.1 A passagem por Oak Ridge

O laboratório de Oak Ridge foi usado pelos americanos, na Segunda Guerra Mundial, para produção de plutônio. Com o fim da guerra, a produção e a distribuição de radioisótopos se tornaram parte da resposta à pergunta do que aconteceria com as instalações. Com a criação da Atomic Energy Comission (AEC), em 1946, passou a ser chamado de Clinton National Laboratory. A comissão passaria a supervisionar a transferência da energia atômica do controle militar ao civil. Em 1948, o laboratório passou a ser chamado de Oak Ridge National Laboratory. A AEC decidiu utilizar os reatores existentes e aproveitar o conhecimento científico da instalação mantendo-o como centro de pesquisa química aplicada e para a pesquisa de radioisótopos (GINSBERG, 2008).

Oak Ridge era um laboratório bem cobiçado pelos militares brasileiros interessados na formação da tecnologia nuclear. Mas o acesso a estrangeiros era muito restrito no início dos anos 1950, conforme destacado na referência (ANDRADE, 1999). Não tivemos acesso a documentos que revelem como Roser conseguiu participar das turmas de Oak Ridge, presumimos que o fato de estar em Chicago, na condição de pós-doutor, o habilitou a frequentar o curso de radioisótopos, provavelmente endossado pelo Departamento de Física de Chicago.

Padre Roser participou da 18ª turma Escola de Radioisótopos, a turma contava com cerca de 30 participantes das universidades americanas (Figura 22).

A ideia principal do programa de estudos seria oportunizar pesquisas especiais e avanços nos estudos nucleares em outras instituições científicas. Assim propunham formação de estudantes de pós-doutorado, doutorado e graduação, de pesquisadores de áreas industriais e outros que tivessem interesses em pesquisas nucleares e que quisessem adquirir novos conhecimentos técnicos e científicos. Roser foi aceito como pertencente da Universidade Católica do RJ, única instituição sul-americana daquele período (OAK RIDGE, 1950). Não tivemos acesso a ementa do curso. Anos mais tarde, nos tempos do Instituto de Física da PUC, Roser encaminhou o professor Pierre Lucie para especializar em física nuclear no mesmo laboratório.

Figura 22: Pe Roser realizando pesquisas radioativas em Oak Ridge, 1950.

4.5 UNIVERSIDADE DE STANFORD: AS PESQUISAS COM BLOCH E HOFSTADTER (1952-1955)

Na presente seção, apresentaremos a segunda jornada para aprimoramentos intelectuais científicos e desenvolvimento de pesquisas realizado por Padre Roser, em solo americano, que aconteceu na Universidade de Stanford. Sua permanência na Califórnia durou um pouco mais de 3 anos e foi marcada pelos trabalhos que realizou no Laboratório de Física de Altas Energias com Felix Bloch e Robert Hofstadter, dois notáveis pesquisadores laureados com o prêmio Nobel (1952) e (1961), respectivamente.

Esse período de sua trajetória científica marca seu amadurecimento intelectual no campo da física moderna, no qual teve a oportunidade de depreender melhor os fundamentos da física nuclear e de se especializar nas modernas técnicas de detecção de partículas por meio de cintiladores. Foram anos de muita dedicação e esforço para dar conta de atender às muitas demandas que lhe eram passadas (científicas, acadêmicas, burocráticas e sacerdotais).

Algumas reviravoltas marcam essa fase no que diz respeito aos seus objetivos científicos e de suas relações institucionais. Por exemplo, seu projeto científico, aconselhado por César Lattes e que parecia firme nos anos em Chicago, passou por uma forçada reorientação de planejamento. O CBPF era a imagem do programa científico brasileiro, possuía um corpo de pesquisadores qualificados, espaços equipados para a desenvolvimento da pesquisa básica, intercâmbios com instituições científicas internacionais e a colaboração com renomados cientistas. O centro recebia recursos governamentais e estava alinhado com um projeto político-científico (RIBEIRO, 1955). Desse modo, essa cooperação com o CBPF seria importante e necessária aos planos científicos de Roser para PUC-RJ, por ser uma universidade pequena, nova, e com parcos recursos para o desenvolvimento da pesquisa básica associada ao campo da física nuclear, ter um pesquisador entre os cientistas do CBPF, com uma linha de pesquisa, seria um bom começo para o ainda inexistente centro de pesquisa da PUC-RJ. Porém, com a troca da direção executiva do CBPF em 1953, mudanças nos planos da instituição, Padre Roser precisou também mudar seus planos de forma abrupta, tomando as rédeas de seu itinerário científico, tornando-se protagonista das interlocuções interinstitucionais envolvendo a PUC-RJ e Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq).

Nesta seção, examinaremos, a partir das correspondências trocadas de entre 1952 e 1955, suas pesquisas, seus contatos, seus projetos e alguns de seus dilemas, como à espera pela indicação de bolsista pelos superiores jesuítas. Inicialmente apresentaremos aspectos de sua chegada à cidade de Palo Alto, como suas impressões do local e sobre sua adaptação na

Califórnia. Em seguida, exploraremos brevemente o local de seus estudos e pesquisa, apresentando um breve histórico do centro científico e tecnológico que o abrigou por cerca de três anos, a composição do corpo docente, e um apanhado geral das pesquisas realizadas pelo departamento e a estrutura acadêmica do curso de Física. Para compreendermos melhor a natureza das pesquisas realizadas por Roser levantaremos resumidamente aspectos da vida profissional dos professores com quem trabalhou no HEPL. Abordaremos os projetos desenvolvidos com cada um deles e suas respectivas publicações.

Outro aspecto importante da trajetória do Roser em Stanford é sobre a bolsa recebida pelo CNPq. Pretendemos mostrar todo o processo dessa concessão, desde o projeto submetido até o relatório final encaminhado ao presidente do conselho. Esse episódio nos ajuda a compreender um pouco da dinâmica do processo de concessão, usado pelo CNPq para decidir quem deveria receber tais subvenções.

Por fim, discutiremos o projeto Roser-Schein que começou a ser planejado após visita de ambos a Chacaltaya, no final de sua estadia em Chicago (1951), e foi pretendido tanto por Roser quanto por Schein por quase todo seu período em Stanford. Examinamos também os motivos do porquê da não realização do projeto, que inicialmente parecia viável.

4.5.1 Os primeiros passos na Califórnia

Em meados de janeiro de 1952, Roser já se encontrava em Santa Clara, Califórnia, para seu novo período de estudos, que deveria ter se iniciado a cerca de um ano e meio atrás conforme o primeiro cronograma definido com Lattes e comunicado ao Padre Veloso, o Provincial da época[154,155]. Roser solicitou acomodação antecipada ao Provincial da Universidade de Santa Clara, instituição jesuíta, cerca de 30 km da Universidade de Stanford, local onde permaneceria por todo período de estudos.

Em sua primeira correspondência[156] com o Provincial do Brasil, ele começa se desculpando por não ter escrito antes, sua justificativa é que ainda não havia encontrado uma máquina datilográfica. Comentou sobre a recente viagem que fizera a Chacaltaya, Bolívia, com Marcel Schein, onde conversaram sobre projetos para o laboratório de raios cósmicos que estava sendo preparado por Cesar Lattes. O projeto de Schein seria levar para Chacaltaya um

[154] Carta de Roser ao Provincial, Santa Clara, Califórnia, 11/04/1950.

[155] Carta de Roser ao Provincial, Santa Clara, Califórnia, 30/07/1950

[156] Carta de Roser ao provincial, Santa Clara, Califórnia, 25/01/1952

outro medidor de raios cósmicos, modelo Carnegie C (câmera de nuvens) da Carnegie Instituition de Washington, que estava na Estação de Climax, Colorado[157](ver seção 3.9, deste capítulo). Desse modo, para tocar o projeto com Schein na Bolívia, Roser precisaria alongar o tempo de sua estadia nos EUA para conhecer o equipamento que ficaria sobre sua responsabilidade e se familiarizar com as técnicas para a realização das medições.

Sobre o início de sua temporada na Califórnia, Roser reporta ao Provincial sua rotina e acomodação. Ele se diz admirado em conseguir uma pensão barata e que poderia pagar por ela através das missas que havia conseguido na cidade:

> Estou vivendo aqui em Santa Clara, fazendo todos os dias a viagem de 25 km para Stanford. Santa Clara é um lugar ideal com uma comunidade excelente e ótimas condições para estudar (a pensão a 2,50 dólares por incrível que pareça) tomei uns trabalhos na paróquia porque o Pároco me pediu e creio que deste modo poderei custear as despesas[158].

Em carta resposta, o Padre Provincial se diz aliviado pela nova situação em que Roser se encontrava na Califórnia. Com intuito de manter o Padre estimulado no compromisso a ele confiado, o Provincial o lembra dos objetivos de sua ida para os EUA: “Lembre-se que é o pioneiro, que ensinará a outros a rota mais segura, para adquirir ciência sem descuidar da vida religiosa[159]”.

Nessa nova etapa americana, a vida do padre cientista ainda se desdobrava em muitos afazeres, tais como: estudar no departamento de física, projetar o Centro de Ciências da Universidade Católica, pesquisar equipamentos para futuras compras da Companhia de Jesus e do CBPF, solicitadas por Lattes.

Sua expectativa era das melhores possíveis para o período. Ele adorou a Califórnia e foi aceito pela universidade como pesquisador associado[160], categoria de estudantes graduados que realizavam trabalhos nos laboratórios sob a supervisão do diretor do laboratório (STANFORD, 1952), isso dava a Roser a liberdade de se movimentar dentro de Stanford sem precisar de autorizações de superiores, lhe permitindo aprender à vontade as matérias de seu interesse e ter acesso a locais que desejasse obter mais informações sobre seu funcionamento e serventia. Como veremos na seguinte subseção 2.6.2, a sua condição de pesquisador associado

[157] Carta de Schein ao Roser, 20/02/1952

[158] Carta do Provincial ao Roser, Rio de Janeiro, 25/01/1952, APBCJ, RJ

[159] Carta do Provincial ao Roser, Rio de Janeiro, 13/02/1952, APBCJ, RJ.

[160] Carta do Provincial ao Roser, Rio de Janeiro, 18/03/1952, APBCJ, RJ

oportunizaria o conhecimento do funcionamento dos setores de ensino da física e da estrutura pedagógica do departamento (aulas, ementas, metodologias etc.), tanto para o bacharelado quanto para a engenharia, assim poderia frequentar as oficinas, que tanto passou a defender juntos aos superiores. “A necessidade de tal oficina é, de resto, uma razão a mais, porque o departamento de física com os seus laboratórios não pode ficar longe dela que segundo suponho será comum para física e engenharia. Trabalho nesta oficina todos os dias e sei que tesouro representa”[161].

Enquanto esteve em Stanford, ele desempenhou outras atividades além dos estudos e pesquisas. Dentre elas, podemos citar as pesquisas e cotações para futuras compras que fazia para companhia, como carros e equipamentos para os futuros laboratórios da universidade. Ademais, trabalhava também como relações públicas da PUC buscando estabelecer contatos com diretores e representantes de várias instituições interessado em futuros intercâmbios para os alunos da companhia e da universidade. O foco estava na qualificação profissional e futuras parcerias científicas. Na visão do Padre Amarilho Checon S.J, todo esse empenho de Roser caracterizado pelo desdobramento em várias frentes de trabalho, demonstravam seu compromisso com ensino de qualidade através da pesquisa científica (CHECON, 1984).

No início de 1952, uma delegação brasileira composta por conselheiros do CNPq e especialistas visitaram as universidades americanas interessada em pesquisas nucleares. A missão científica brasileira em terras americanas foi fruto de acordos fechados entre o governo brasileiro e o norte-americano (ANDRADE, 1999).

A delegação de conselheiros foi composta por César Lattes, Francisco Maffei, Hervásio de Carvalho e Luiz Cintra Padro, Almirante Álvaro Alberto e Olímpio Fonseca. Os quatro primeiros, após terem passado pelo Instituto de Estudos Nucleares de Chicago, estiveram por alguns dias em Stanford junto com um grupo de americanos, conforme reportado por Roser[162], enquanto os dois últimos foram para Washington.

De acordo com Roser, a passagem dessa delegação pelos EUA proporcionou alguns importantes acordos para o Brasil no campo científico: a admissão do Brasil no conselho de cooperação intelectual das universidades americanas; a construção de um reator nuclear; a construção de um cíclotron de 450 MeV no CBPF; um programa de bolsas para estudos nas universidades americanas patrocinados pelo CNPq[163].

---

[161] Carta de Roser ao Provincial, Santa Clara, Califórnia, 18/03/1952, APBCJ, RJ.

[162] Carta ao Padre Reitor da PUC-RJ, 18/03/1952, APBCJ, RJ.

[163] Carta do Provincial ao Roser, Rio de Janeiro, 18/03/1952, APBCJ, RJ

Ressaltamos que esses acordos foram firmados dentro de um contexto de Guerra Fria, com intensões americanas pelas terras raras brasileiras (areias monazíticas). Gordon Dean, presidente da Comissão de Energia Atômica dos EUA (órgão que detinha o controle absoluto em relação à energia atômica naquele país) esteve no Brasil no final de 1951 em missão diplomática propondo acordos que violavam a legislação americana sobre o conhecimento da energia atômica, demonstrando a importância do assunto para os americanos. Na esteira desse fato, Álvaro Alberto viu uma oportunidade de se obter vantagens ao seu projeto de desenvolvimento de energia atômica para o Brasil (PEREIRA, 2013).

Na referida visita da delegação, Lattes anunciou o primeiro evento científico internacional no Brasil organizado pela UNESCO[164] e financiado pelo CNPq: O Simpósio de Novas Técnicas da Física (RJ e SP, em julho de 1952). Lattes já havia tocado nesse assunto com Roser, quando esteve no Rio, no último trimestre de 1951. Na visita à Stanford, Cesar Lattes comunicou a Roser que a organização do evento lhe convidaria para participação no simpósio. O padre deveria apresentar a comunidade de físicos presentes no evento as recentes técnicas experimentais que estava aprendendo e desenvolvendo nos laboratórios das universidades americanas, como o estudo das cintilações ou de indução nuclear. As passagens de ida e volta seriam garantidas pelo conselho de pesquisa. O convite despertou em Roser certa inquietação, como demostram suas palavras. Em carta, ao Padre Reitor[165] diante da possibilidade de falar para cientistas prestigiados internacionalmente, ele disse: “Esta coisa que dá bastante trabalho e preocupação para estar em condições de falar diante de Fermi e outros que provavelmente estarão”[166].

O evento ocorreria onze anos depois do Simpósio Internacional sobre Raios Cósmicos (RJ) realizado pela Academia Brasileira de Ciência, que contou com a presença de Arthur Compton entre outros[167] e do próprio Roser, como visto na seção 2.5.2.

O Simpósio de Novas Técnicas tinha objetivo de colocar os cientistas brasileiros em contato com as pesquisas de vanguarda daquele período, em que parte da política do CNPq seria promover o intercâmbio cultural e científico da comunidade brasileira de cientistas, principalmente físicos (ANDRADE, 2004). Os participantes debateram diversos assuntos envolvendo a física atômica, do campo teórico ao experimental (ANDRADE, 1999). O evento

[164] Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

[165] Padre Velloso (1951-1956), formado em engenharia.

[166] Idem a 162

[167] Ver capítulo 2, seção 3.6.3.1

teve aporte financeiro do Conselho de Pesquisa brasileiro, como nos conta Ana M. R. de Andrade:

> A oportunidade favoreceu a discussão de problemas teóricos relativos à física experimental e engenharias e do fortalecimento dos laços com professores americanos que daqui partiram com expectativas de consultorias e condecorações. Setenta e quatro trabalhos foram apresentados, sendo 32 pesquisadores brasileiros ou de estrangeiros vinculados as instituições nacionais e, destes, 59% com auxílio do CNPq. Abordavam desde problemas teóricos e experimentais sobre as radiações cósmicas, partículas e física nuclear, até montagem e aspectos técnicos e de engenharia dos diferentes tipos de aceleradores de partículas. Os terrenos da física nuclear e da produção de energia nuclear, no Brasil ainda se confundiam (ANDRADE, 1999, p. 135).

Até o início de junho, Pe. Roser tinha como certa sua viagem ao Brasil para participar do simpósio, tanto que havia comentado com o Padre Reitor, em correspondências anteriores, de levar um carro para a companhia nesse regresso. No entanto, o convite de Lattes não se materializou e Roser não participou do evento. Sua interpretação do episódio nos revela certo grau de "protecionismo institucional" inserido na comunidade científica brasileira. Afinal, Roser era um corpo estranho aquela comunidade, mesmo que tivesse formação científica e um bom currículo, com publicações recentes na Physical Review, sua circulação entre os homens da ciência brasileiros era embrionária, quase um desconhecido, além de seu pertencimento a uma ordem eclesiástica. Sobre isto ele escreveu:

> Como V. Rev. vê não pude vir para o congresso. Lattes me tinha prometido isto no Rio e reafirmado de novo na visita aqui na Califórnia em março pp. Mas pelo visto não foi o único a decidir. Na visita que uma comissão do conselho Brasil. de pesquisas fez por aqui, há alguns meses, tive a impressão de uma certa política da parte de alguns. O secretário da academia de ciências – Leite Lopes – me disse que me receberiam na academia[168]; mas não sei até que ponto isto tem futuro sabendo como andam as manobras e contra-manobras [sic] por estes meios[169].

Uma possível explicação para a situação narrada por Roser, seria a existência de certa desconfiança, por parte da sociedade científica, sobre os interesses da Igreja no cenário científico da época, conduzido por uma política de desenvolvimento de uma matriz energética nuclear. Dado que a igreja havia, na primeira metade do século XX, se colocado de maneira oposta aos movimentos educacionais da Escola Nova, em uma crítica ferrenha ao cientificismo positivista (SALEM, 1982). Soma-se a esse ponto, o fato de a PUC ser nova e sem tradição de

[168] Padre Roser se torna membro da Academia Brasileira de Ciências em 23/12/1952.

[169] Carta de Roser ao Padre Reitor, Santa Clara, Califórnia, 21/07/1952. APBCJ, RJ.

pesquisas no campo científico. Assim, o empenho de Roser em terras ianques tenha ficado despercebido pelos cientistas brasileiros

Voltando ao assunto do simpósio, hoje sabemos que Enrico Fermi não participou do evento, mas outros físicos de igual status estiveram presentes, como exemplo: David Bohm[170] (1917-1992), Emile Segrè (1905-1989), Eugene Wigner (1902-1963) e Isidor Rabi (1898-1988). Apesar da frustração de não participar do evento, Roser sentiu-se aliviado por não ter que se apresentar diante dos destacados físicos do período, e desse modo, não interromper suas pesquisas em Stanford. O que lhe custaria mais tempo de permanência nos EUA.

Na mesma época, foi publicada uma matéria na Physics Today sobre o desenvolvimento da Física na América do Sul, onde o Padre Roser é um dos cientistas mencionados pela reportagem, o que provocou nele ainda mais apreensão em sua trajetória em Stanford. A matéria publicada na revista foi fruto de um relatório produzido a partir de observações realizadas durante uma viagem de três meses a América do Sul, em 1951. Gordon L. Brownell[171] (1922-2008) constatou que havia um vigoroso desenvolvimento da Física no continente Sul-Americano (BROWNELL, 1952). A comissão de cientistas que veio a América do Sul havia sido financiada por algumas fundações, dentre elas a Fundação Rockfeller, um dos objetivos dessa comitiva era de visitar os laboratórios e de fazer palestras em diversos centros científicos da América do Sul.

O autor classificou o Brasil como exemplo de investimento na pesquisa, impulsionadas por demandas de empresas privadas e pelo Estado. Para Brownell, o país figurava entre os cinco países sul-americanos com maior nível tecnológico e, consequentemente, treinamento em física. A reportagem também descrevia os personagens e suas pesquisas, no eixo Rio-São Paulo, destacando a profícua relação com os laboratórios americanos, que serviram de aprofundamento de estudos para maioria dos pesquisadores da época. Dentre os nomes de cientistas da primeira linha, no time de físicos brasileiros, o nome de Roser surge como pesquisador do Departamento de Física da PUC-RJ, com destaque para as suas pesquisas com Schein e Bloch. A matéria asseverava que ao retornar ao Brasil, ele ficaria encarregado de um laboratório de indução nuclear (BROWNELL, 1952, p. 12). Em consequência desse fato, Pe. Roser escreve ao Pe. Reitor sobre o compromisso de se dedicar as atividades científicas que realizava em Stanford com Bloch para que a informação dada pela reportagem não fosse apenas uma intenção. Ele aproveita para reclamar também os aportes que CBPF deveria injetar para o desenvolvimento

[170] Período em que esteve como professor na Universidade de São Paulo (1951-1955).

[171] Professor emérito de Ciência Nuclear e Engenharia, MIT.

desse projeto: “este ponto mencionado expressamente me dá calafrios quando penso que tenho que mostrar alguma coisa que a isso corresponda. Resultado: estudar e trabalhar enquanto estou por aqui. Seja dito também que esses 25 000 dólares correm naturalmente na conta do centro de pesquisa”[172].

Esse recurso nunca chegou até Roser para compra de equipamentos da linha de pesquisa de indução nuclear. Na seção seguinte apresentaremos o Departamento de Física de Stanford: professores, disciplinas e outros aspectos.

4.5.2 O Departamento de Física de Stanford: os cientistas e suas pesquisas

Nos anos 1950, a Universidade de Stanford estava colocando em prática um ambicioso projeto de se tornar a Harvard do oeste americano. Projetos, como o do klystron[173], trouxeram visibilidade e recursos as áreas de engenharia elétrica e física, que fomentaram a pesquisa básica e a tecnológica na universidade. Para o sucesso dessa agenda, a combinação entre uma campanha agressiva de recrutamento e a formação de professores pesquisadores em certos nichos científicos e tecnológicos, já existentes na universidade, foi crucial. Bem como o estímulo à investigação de áreas negligenciadas por outras instituições também foram importantes para o desenvolvimento científico-tecnológico da universidade (LESLIE; HELVY, 1985).

Desse modo, a pesquisa em micro-ondas teve papel de destaque no programa de investigação científica da instituição californiana, colocado em andamento logo após o fim da Segunda Guerra Mundial. Os dispositivos eletrônicos associados às micro-ondas e usados na transmissão de sinais tiveram importante papel na indústria do pós-guerra (por exemplo, no rádio, televisão e navegação), que foram capitaneadas pelo klystron, oferecendo à Stanford vantagem nesse campo científico-tecnológico, em razão de seu know-how na produção desse equipamento e do recebimento de recursos externos.

O Departamento de Física tinha as suas pesquisas financiadas principalmente pelas forças militares e pela iniciativa privada, que se localizava dentro do campus universitário (LESLIE; HELVY, 1985).

---

[172] Carta enviada por Roser ao Padre Reitor, Santa Clara, Califórnia, 21/07/1952, APBCJ, RJ.

[173] Os klystrons são equipamentos usados como amplificadores de radiofrequência na faixa de UHF até a região de micro-ondas

Havia três classes de professores no departamento: Os chefes dos laboratórios que possuíam programas de pesquisas, que lecionavam principalmente nos cursos de pós-graduação; Os Associados, que assessoravam os professores nos laboratórios e nos cursos de graduação e pós-graduação; por fim, os Instrutores, cuja atuação se dava nos laboratórios e na graduação. Dentre os professores mais destacados estavam Wolfgan Panofsky (1919-2007), Leonard Schiff (1915-1971), Edward Ginzton (1915-1998), Félix Bloch (1905-1983), Eugene Lamb (1913-2008), e Robert Hofstadter (1915-1990), entre outros. Os três últimos foram agraciados com o Prêmio Nobel de Física nos anos de 1952, 1955 e 1961, respectivamente.

Nos anos 1950, a pesquisa sobre aceleração de partículas pesadas, iniciadas na década anterior por Hansen[174], que após sua morte em 1948, foi continuada pelo chefe do departamento, o físico teórico Leonard Schiff e por Robert Hofstadter recém-chegado à Stanford. Hofstadter inicialmente trabalhava como cintiladores, descobriu as propriedades dos cristais de NaI (Tl) que até hoje são usados como a base principal dos cintiladores, contudo inicia paralelamente investigações no campo das micro-ondas, estudos que o levariam a ser laureado com o Nobel, anos mais tarde (1964).

De acordo com o catálogo de carreiras anualmente publicado pela universidade (STANFORD, 1952), o curso de física era dividido em duas modalidades: formação de professores e bacharelado. Aqui vamos nos atentar apenas na segunda modalidade, porque foi nessa estrutura acadêmica que o Padre Roser esteve inserido na universidade.

Para se formar físicos, os alunos tinham que cursar o Upper Division, uma divisão voltada para a pesquisa na área da física. Não vamos nos aprofundar nesse nível de ensino, visto que Roser não foi para Stanford para refazer o curso de física, entretanto ele fizera facultativamente diversas disciplinas desse segmento cujo intuito foi de preencher as lacunas de sua formação na Áustria, que sempre se queixava em cartas ao superiores jesuítas[175]. No entanto, achamos importante comentar sobre isso, porque com a credencial de pesquisador associado, ele podia frequentar qualquer aula que quisesse, seja para atualizações conceituais ou para se inteirar sobre os cursos, suas ementas e metodologias, para que desse modo, quando regressasse ao Brasil, pudesse implementá-las na Universidade Católica. Sobre isso Roser comenta com ao Padre Reitor[176], em carta escrita dois meses após sua chegada: “O lugar e a

[174] William Webster Hansen foi Professor de Física e Diretor-Fundador do Laboratório de Micro-ondas da Universidade de Stanford, 1929-1949.

[175]Carta enviada por Roser ao P. Provincial, Chicago, 25/01/1952, APBCJ, RJ.

[176] Padre Pedro Belisário Velloso Rabello (1902-1993) foi Reitor da PUC em duas ocasiões (1951-1956; 1972-1976), engenheiro de formação, foi também o primeiro diretor da politécnica da PUC.

oportunidade é [sic] [são] excelente. A universidade de Stanford me deu um lugar de *research associate* de modo que tenho toda a liberdade de ação e movimento dentro dela para ver e aprender à vontade"[177].

Voltando a estrutura dos cursos no departamento, as disciplinas não eram ofertadas apenas para atender aos futuros físicos, mas também aos futuros médicos e engenheiros que precisavam complementar sua grade curricular com algumas disciplinas da física.

Os cursos avançados (mestrado e doutorado), que focavam na formação profissional dos futuros pesquisadores do campo das ciências físicas, possuíam um número limitado de estudantes. Os escolhidos precisavam dominar pelo menos três línguas, além do inglês: alemão, russo ou francês. Três idiomas muito importantes para ciência em meados do século XX, visto que as produções mais relevantes no campo da ciência pura advinham dessas nações.

Havia também um programa de bolsas de pesquisa que servia a pessoas já formadas e que buscavam trabalhar com os campos desenvolvidos pelo departamento em seus laboratórios. Nesse caso, a residência era de cerca de um ano ou mais. Os novos iniciavam suas investigações a partir das orientações dos diretores de cada laboratório. Os campos investigados no departamento eram da física nuclear, indução nuclear, micro-ondas, raios-x e física teórica. As instalações científicas eram modernas, onde se tinha acesso a tecnologias recentes e a recursos para o desenvolvimento de pesquisas básicas e montagem de equipamentos com apoio de excelentes oficinas mecânicas. A biblioteca possuía um acervo especializado em livros e periódicos de várias nacionalidades, assim como documentações importantes para o desenvolvimento das pesquisas no campo da física (STANFORD, 1952). Esses aspectos de infraestrutura encantaram Roser conforme podemos observar em carta ao Pe. Velloso:

> O lugar é a oportunidade excelente. [...] Além disto, me oferece o ensejo de conhecer e manejar as pesquisas necessárias para a boa oficina mecânica – sem falar dos instrumentos propriamente científicos a que não me preciso referir. A mencionada oficina mecânica é notável sobre todos os pontos de vista e merece ser copiada tal e qual para nosso departamento se não quisermos ficar inteiramente em física de giz e quadro negro. A necessidade de tal oficina é, de resto, uma razão a mais, porque o departamento de física e seus laboratórios não pode ficar longe dela- que segundo suponho será comum para a física e a engenharia. Trabalho nesta oficina todos os dias e sei que tesouro representa.[178]

[177] Carta ao Padre Reitor, 18/03/1952

[178] Carta enviada por Roser ao Padre Reitor, Santa Clara, Califórnia, 18/03/1952, APBCJ, RJ.

Essa fala demonstra que Roser estava atento à estrutura do Departamento de Física de Stanford, além de seu foco com a pesquisa que realizava com Bloch. O deslumbramento com a oficina mecânica se deve a condição necessária para o desenvolvimento de pesquisa básica experimental, o que anos mais tarde se incorporaria no IF-PUC, como uma seção de valor para o centro científico.

O Laboratório de Micro-ondas, principal centro de pesquisa do departamento, tinha como Diretor, o físico ucraniano, E. L. Ginzton, reconhecido por suas habilidades técnico-científicas, por sua liderança e previsão tecnológica. Chegou a Stanford em 1945, devido a criação do laboratório de pesquisas e micro-ondas (SIEGMAN, 2006). Ele esteve ao lado de W. W. Hansen (1909-1949), um dos fundadores da tecnologia de micro-ondas em Stanford. Participavam ainda desse laboratório os professores: o alemão W. Panofsky (1919-2007) especialista em física de altas energias e que viria a ser o primeiro diretor do SLAC (Centro de Aceleração Linear de Stanford) em 1962; Robert Hofstadter, recém-contratado para o departamento, que mais adiante o apresentaremos melhor; e M. Chodorow[179] (1913-2005) pioneiro no uso dos klystron em estudos de micro-ondas junto com Hansen.

O laboratório tinha possibilidades de pesquisa nos campos da física de altas energias, das micro-ondas e da engenharia, possuía inúmeras pesquisas em andamento naquele início dos anos 1950, principalmente com a tecnologia klystron e outras similares, tais como as técnicas de medidas de micro-ondas, fenômenos eletrônicos de alta frequência. Para ressaltar a importância dessas investigações para a universidade, o projeto dos aceleradores lineares de elétrons, iniciado ainda na época de Hansen: o MARK III, um laboratório de grandes dimensões e construído com recursos militares, estava sendo finalizado, cujo objetivo aceleração de elétrons em sistemas de arcos de alta tensão, realizado em cooperação entre engenheiros e físicos da universidade. Era um tempo de grandes empreendimentos científicos e tecnológicos em Palo Alto (LESLIE; HELVY, 1985).

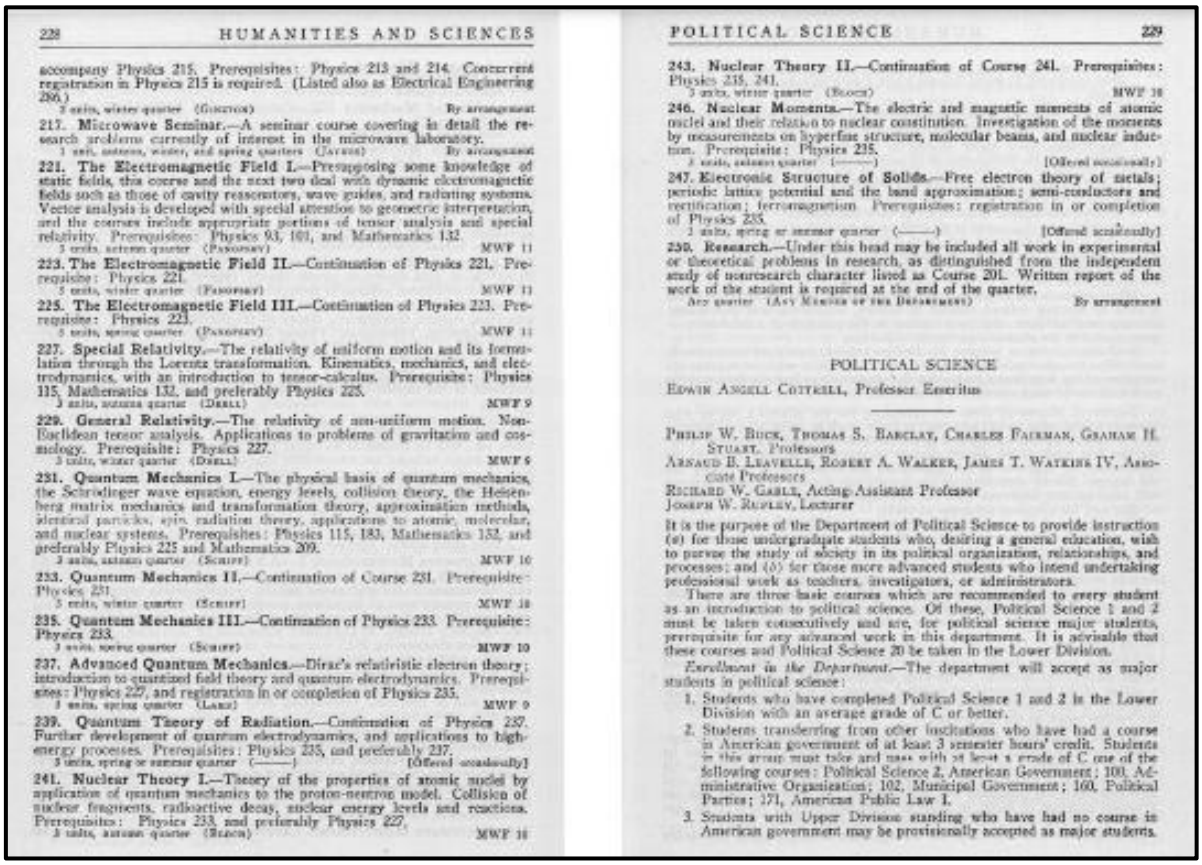
Destacamos também uma outra pesquisa que estava em andamento no Laboratório de Física de Altas Energias, a indução nuclear, conduzida por Félix Bloch, que apresentaremos na próxima seção.

No âmbito dos cursos de formação, os professores mais destacados do departamento tinham sua carga horária voltada para os cursos avançados. Bloch, por exemplo, lecionava Teoria Nuclear I e II; Hofstadter ensinava os cursos de física nuclear I e II física moderna I e II, também laboratório de física moderna, a mecânica quântica I e II ficava a cargo de Leonard

[179] Presidente fundador do Departamento de Física aplicada da Universidade de Stanford.

Schiff; Panofsky ministrava os cursos de eletromagnetismo e Eugene Lamb, os de mecânica quântica avançada (STANFORD, 1952) (Figura 23).

Figura 23: - Seção do Anuário de Stanford (1952). Ementas dos cursos e professores.



228 HUMANITIES AND SCIENCES

accompany Physics 215. Prerequisites: Physics 213 and 214. Concurrent registration in Physics 215 is required. (Listed also as Electrical Engineering 286.)
3 units, winter quarter (Gilbert) By arrangement

217. **Microwave Seminar.**—A seminar course covering in detail the research problems currently of interest in the microwave laboratory.
1 unit, autumn, winter, and spring quarters (Jaynes) By arrangement

221. **The Electromagnetic Field I.**—Presupposing some knowledge of static fields, this course and the next two deal with dynamic electromagnetic fields such as those of cavity resonators, wave guides, and radiating systems. Vector analysis is developed with special attention to geometric interpretation, and the courses include appropriate portions of tensor analysis and special relativity. Prerequisites: Physics 93, 101, and Mathematics 132.
3 units, autumn quarter (Panofsky) MWF 11

223. **The Electromagnetic Field II.**—Continuation of Physics 221. Prerequisite: Physics 221.
3 units, winter quarter (Panofsky) MWF 11

225. **The Electromagnetic Field III.**—Continuation of Physics 223. Prerequisite: Physics 223.
3 units, spring quarter (Panofsky) MWF 11

227. **Special Relativity.**—The relativity of uniform motion and its formulation through the Lorentz transformation. Kinematics, mechanics, and electrodynamics, with an introduction to tensor-calculus. Prerequisite: Physics 115, Mathematics 132, and preferably Physics 225.
3 units, autumn quarter (Dirac) MWF 9

229. **General Relativity.**—The relativity of non-uniform motion. Non-Euclidean tensor analysis. Applications to problems of gravitation and cosmology. Prerequisite: Physics 227.
3 units, winter quarter (Dirac) MWF 9

231. **Quantum Mechanics I.**—The physical basis of quantum mechanics, the Schrödinger wave equation, energy levels, collision theory, the Heisenberg matrix mechanics and transformation theory, approximation methods, identical particles, spin, radiation theory, applications to atomic, molecular, and nuclear systems. Prerequisites: Physics 115, 183, Mathematics 132, and preferably Physics 225 and Mathematics 209.
3 units, autumn quarter (Schiff) MWF 10

233. **Quantum Mechanics II.**—Continuation of Course 231. Prerequisite: Physics 231.
3 units, winter quarter (Schiff) MWF 10

235. **Quantum Mechanics III.**—Continuation of Physics 233. Prerequisite: Physics 233.
3 units, spring quarter (Schiff) MWF 10

237. **Advanced Quantum Mechanics.**—Dirac's relativistic electron theory; introduction to quantized field theory and quantum electrodynamics. Prerequisites: Physics 227, and registration in or completion of Physics 235.
3 units, spring quarter (Lamb) MWF 9

239. **Quantum Theory of Radiation.**—Continuation of Physics 237. Further development of quantum electrodynamics, and applications to high-energy processes. Prerequisites: Physics 235, and preferably 237.
3 units, spring or summer quarter (———) [Offered occasionally]

241. **Nuclear Theory I.**—Theory of the properties of atomic nuclei by application of quantum mechanics to the proton-neutron model. Collision of nuclear fragments, radioactive decay, nuclear energy levels and reactions. Prerequisites: Physics 233, and preferably Physics 227.
3 units, autumn quarter (Bloch) MWF 10

POLITICAL SCIENCE 229

243. **Nuclear Theory II.**—Continuation of Course 241. Prerequisites: Physics 235, 241.
3 units, winter quarter (Bloch) MWF 10

246. **Nuclear Moments.**—The electric and magnetic moments of atomic nuclei and their relation to nuclear constitution. Investigation of the moments by measurements on hyperfine structure, molecular beams, and nuclear induction. Prerequisite: Physics 235.
3 units, autumn quarter (———) [Offered occasionally]

247. **Electronic Structure of Solids.**—Free electron theory of metals; periodic lattice potential and the band approximation; semi-conductors and rectification; ferromagnetism. Prerequisites: registration in or completion of Physics 235.
3 units, spring or summer quarter (———) [Offered occasionally]

250. **Research.**—Under this head may be included all work in experimental or theoretical problems in research, as distinguished from the independent study of nonresearch character listed as Course 201. Written report of the work of the student is required at the end of the quarter.
Any quarter (Any Member of the Department) By arrangement

POLITICAL SCIENCE

Edwin Angell Cottrell, Professor Emeritus

Philip W. Buck, Thomas S. Barclay, Charles Fairman, Graham H. Stuart, Professors
Arnaud B. Leavelle, Robert A. Walker, James T. Watkins IV, Associate Professors
Richard W. Gable, Acting Assistant Professor
Joseph W. Ripley, Lecturer

It is the purpose of the Department of Political Science to provide instruction (*a*) for those undergraduate students who, desiring a general education, wish to pursue the study of society in its political organization, relationships, and processes; and (*b*) for those more advanced students who intend undertaking professional work as teachers, investigators, or administrators.

There are three basic courses which are recommended to every student as an introduction to political science. Of these, Political Science 1 and 2 must be taken consecutively and are, for political science major students, prerequisite for any advanced work in this department. It is advisable that these courses and Political Science 20 be taken in the Lower Division.

Enrollment in the Department.—The department will accept as major students in political science:

1. Students who have completed Political Science 1 and 2 in the Lower Division with an average grade of C or better.
2. Students transferring from other institutions who have had a course in American government of at least 3 semester hours' credit. Students in this group must take and pass with at least a grade of C one of the following courses: Political Science 2, American Government; 100, Administrative Organization; 102, Municipal Government; 160, Political Parties; 171, American Public Law I.
3. Students with Upper Division standing who have had no course in American government may be provisionally accepted as major students.

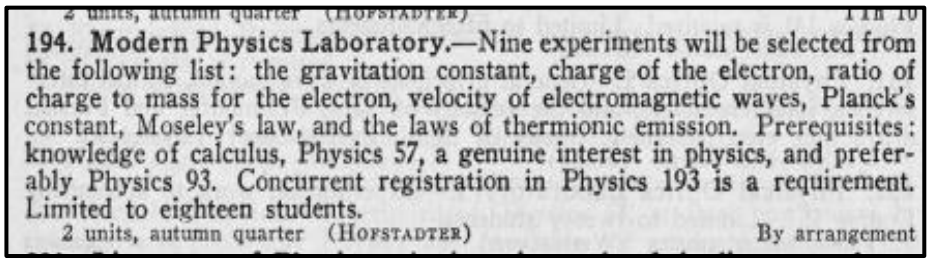
Provavelmente, Roser fez a maioria dos cursos disponíveis na universidade devido ele ser um pesquisador associado. As atividades acadêmicas por ele realizadas cumpriam as seguintes finalidades: sua pesquisa com Bloch e atualização de seus conhecimentos em física e matemática tendo em vista a criação do centro científico da católica. Sobre isso, Roser disse ao Reitor, Padre Velloso: "Isto [a condição de *research associate*] me dá finalmente a possibilidade necessária de ouvir e aprender as matérias que precisaremos ensinar nos nossos cursos especiais e colaterais na faculdade."[180]

O entusiasmo de Roser na carta encaminhada ao padre Reitor em relação às disciplinas pode ser exemplificada com ementa do curso laboratório de física moderna, ministrado por

[180] Carta ao Reitor, 18/03/1952.

Robert Hofstadter nos cursos de bacharelado e pós-graduação em 1952, certamente diferente de tudo que já tinha visto (Figura 24).

Figura 24- Ementa do curso de Laboratório de Física Moderna ministrado por R. Hofstadter



2 units, autumn quarter (HOFSTADTER) TTh 10

194. Modern Physics Laboratory.—Nine experiments will be selected from the following list: the gravitation constant, charge of the electron, ratio of charge to mass for the electron, velocity of electromagnetic waves, Planck's constant, Moseley's law, and the laws of thermionic emission. Prerequisites: knowledge of calculus, Physics 57, a genuine interest in physics, and preferably Physics 93. Concurrent registration in Physics 193 is a requirement. Limited to eighteen students.

2 units, autumn quarter (HOFSTADTER) By arrangement

O curso contava com os seguintes experimentos, a saber: a medida da carga do elétron, a razão entre as massas elétron e do próton, o espectro do átomo de hidrogênio, radioatividade e técnicas de contagem, alcance de partículas alfa em gases, desintegração beta em núcleos, medidas de potenciais críticos, método de indução nuclear, raios cósmicos e espalhamento de partículas alfa. Podemos dizer que esse curso além de oferecer a oportunidade de verificação experimental de certos fenômenos conhecidos nos livros de física, e que não era provavelmente realizado no Brasil, estreitou a relação de Roser com o professor que viria supervisioná-lo em outro projeto científico, sobre os contadores por cintilação, como veremos na seção 4.8 deste capítulo.

4.6 FELIX BLOCH: A INDUÇÃO NUCLEAR

Numa das primeiras cartas trocadas com Schein, após sua chegada, o professor se mostra feliz por Roser estar engajado nas pesquisas nucleares com Bloch e que acredita que elas serão de grande benefício para a continuação das pesquisas dele no regresso ao Brasil. Aproveita para dizer-lhe, por experiência própria, que a California é um lugar muito prazeroso[181]. Veremos, mais adiante, que as relações com Marcel Schein nesse novo período, em virtude do projeto de estudos sobre raios cósmicos no Rio de Janeiro e em Chacaltaya, serão aprofundadas, uma discussão sobre esse projeto é apresentada na seção 4.9 deste capítulo.

Apesar do período de estudos anterior, em Chicago, ele tivera dificuldades nos seus estudos iniciais em Stanford. Queixava-se, mais uma vez, das lacunas de sua formação na

[181] Carta de Marcel Schein para Pe. Roser, Chicago, 20/02/1952. APBCJ.

Áustria, “tendo passado por um curso universitário muito apressado e sobrecarregado”[182]. Mesmo com essa dificuldade ele não se mostrava desanimado, como esteve no início da jornada em Chicago. Nesse novo momento, ele se via na possibilidade de estudar assuntos que lhe interessavam, que o fez combinar com Bloch de se dedicar mais à formação teórica do que a parte experimental, no início da temporada em Palo Alto[183].

Nessa fase, a dedicação dele aos estudos se intensificou, consequentemente, suas emergentes dificuldades teóricas também apareceram, principalmente sobre os conhecimentos da física moderna. Toda vez que as coisas nos estudos pareciam-lhe complicar, por experiência, sabia que a paciência era o melhor remédio e assim deixava passar um pouco o tempo para retornar aos problemas decorrentes dos estudos[184].

Para mergulhar na então recente técnica de indução nuclear, desenvolvida pelo professor Bloch, Roser precisava aprender os fundamentos da teoria nuclear, não apenas com o professor Bloch, mas também com Hofstadter, ambos eram os professores dessas cadeiras no Departamento de Física[185]. Deste modo, sua relação com ambos se fortaleceu no tempo em que esteve naquele departamento, sobretudo no Laboratório de Altas Energias.

A seguir, apresentaremos algumas notas biográficas sobre Felix Bloch e suas pesquisas no campo da indução nuclear. Para que dessa maneira, contextualizemos as atividades científicas realizadas por Padre Roser em Stanford, já que ele não publicou nenhum trabalho sobre a matéria.

4.6.1 Notas biográficas de Félix Bloch

Félix Bloch (1905-1983) (Figura 25). Nascido em Zurique, Suíça, iniciou seus estudos na Politécnica de Zurique onde planejava se tornar engenheiro, mas após um ano de estudos decidiu voltar-se para física. Foi aluno de Weyl e Schrödinger. No campo da pesquisa, seu primeiro interesse foi no campo da Física teórica. Logo em seguida ao término da graduação, em 1927, foi para Leipzig onde conclui seu doutoramento com Heisenberg com uma tese sobre a Mecânica Quântica de Elétrons em Cristais em que elaborou a teoria de condução metálica (BLOCH, 1929). Ele desenvolveu trabalhos em colaboração com um grupo cientistas europeus

[182] Carta de Roser ao P. Provincial, Maria Della Strada, Chicago, 25/01/1950, APBCJ.

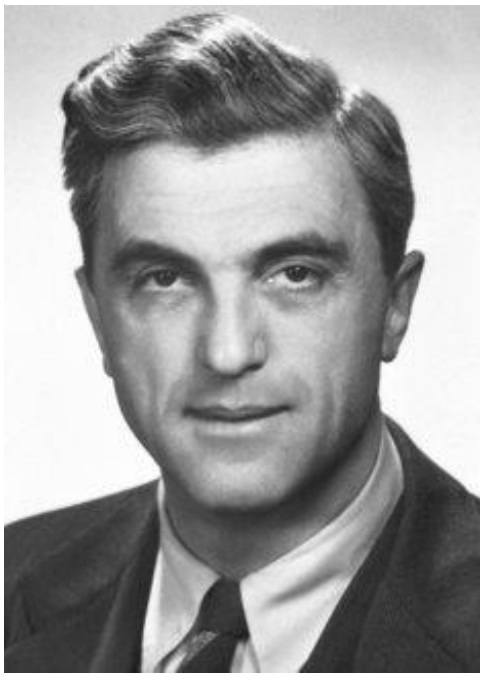
[183] Carta de Roser ao P. Reitor, Santa Clara, Califórnia, California, 25/01/1952, APBCJ

[184] Idem a nota 182

[185] Discutido na seção 0

daquele período, para citar, o próprio W. Heisenberg (1901-1976), N. Bohr (1885-1962), E. Fermi (1901-1954), W. Pauli (1900-1958) e outros (NOBEL-PRIZE, 1952).

Figura 25- Felix Bloch (1952).



Fonte: NobelPrize.org

Em 1933, O início do nazismo fez Bloch deixar a Universidade Leipzig, Alemanha. No ano seguinte, Stanford lhe ofereceu um cargo como professor-pesquisador. O novo ambiente o fez enveredar para a área experimental. Logo se interessaria em provar o momento magnético dos nêutrons, esse estudo o levaria a dois importantes trabalho: o primeiro em 1936, sobre feixes de nêutrons polarizados e o segundo a montagem de um experimento, em colaboração de L.W. Alvarez (1911-1988) no cíclotron de Berkeley, no qual o momento magnético do nêutron foi determinado, com precisão de cerca de 1% (HOFSTADTER, 1994).

Nos anos de Guerra, se envolveu nos estágios iniciais do desenvolvimento da energia nuclear, primeiro na própria universidade depois em Los Alamos. Nesse período, desenvolveu conhecimentos em eletrônica após trabalhos com radares. Esse novo conhecimento lhe possibilitou aplicá-lo na investigação dos momentos nucleares, implicando no novo método de indução nuclear. Nos anos em que Roser esteve em seu laboratório, Bloch estava debruçado em

questões decorrentes dos experimentos sobre questões do magnetismo nuclear. (NOBEL-PRIZE, 1952) (HOFSTADTER, 1994).

Felix Bloch foi laureado com o Nobel de Física, em 1952, junto com Edward Mills Purcell (1912-1997) pelo desenvolvimento de novos métodos para medições de precisão magnética nuclear e descobertas relacionadas (NOBEL-PRIZE, 1952). Em artigo publicado pelos seus colegas, Hofstadter e Schiff, em comemoração ao sexagésimo aniversário dele, destacava as contribuições de Bloch para a Física, para além do Nobel, diziam que o trabalho científico dele se caracterizava pela originalidade e diversidade de assuntos e tratamento dos problemas (SCHIFF; HOFSTADTER, 1965). Para salientar a importância das colaborações científicas de Bloch para a física, eles apresentaram no texto a quantidade de conceitos físicos que foram descobertos pelo companheiro e que posteriormente receberam seu nome:

> As funções de onda de Bloch na teoria de bandas dos sólidos descrevem os movimentos da rede cristalina e são essenciais para a compreensão das propriedades eletrônicas dos sólidos. Ondas de spin de Bloch forneceram o primeiro resultado quantitativo sobre a magnetização de saturação de ferromagnetos a baixa temperatura. Uma parede de Bloch é uma camada de transição que separa domínios adjacentes de material ferromagnético que são magnetizados em diferentes direções. A fórmula de Bethe-Bloch descreve o poder de parada dos átomos para partículas carregadas rapidamente. O teorema de Bloch segundo o qual não pode haver supercondutividade na ausência de campos externos não foi, curiosamente, publicado em seu nome. A teoria de BlochNordsieck da divergência infravermelha na eletrodinâmica quântica foi a precursora da teoria moderna de correções radiativas para processos envolvendo o espalhamento de partículas carregadas. Finalmente, as equações de Bloch que descrevem a ressonância magnética forneceram a base para os experimentos (concebidos e realizados independentemente do trabalho de Purcell) pelos quais ele recebeu o Prêmio Nobel. (SCHIFF; HOFSTADTER, 1965).

Os colegas caracterizavam Bloch como um cientista meticuloso no tratamento de problemas, porque tinha o hábito de produzir artigos extensos e detalhados. Durante parte de sua vida ele teve uma preocupação contínua com os fenômenos magnéticos, perguntando-se como esses poderiam ajudá-lo na compreensão dos fenômenos nucleares. Bloch não só se dedicou a pesquisa. Ele também ocupou cargos burocráticos em sua vida: o primeiro Diretor-geral do CERN (1954-1955); Presidente da APS (American Physical Society) (1965) e membro da (NAS) National Academy of Science.

Na seção seguinte apresentaremos uma breve discussão da teoria que o levou a ser laureado, no final de 1952, período em que Roser já estava trabalhando com ele em seu laboratório com aplicações da teoria de indução nuclear ao projeto de momentos magnéticos.

4.6.2 A indução nuclear

Desde a sua chegada aos EUA (1933), Felix Bloch se dedicou aos estudos experimentais para verificação do momento magnético de partículas neutras, como o nêutron. Por cerca de dez anos, as pesquisas no campo da espectroscopia aplicada à física atômica avançaram e com elas também os novos conhecimentos da eletrônica, teoria atômica e aplicação das técnicas de radiofrequência em experimentos científicos (BLOCH, 1950). Nesta seção, descreveremos esses avanços sob a perspectiva dos trabalhos de Bloch sobre os métodos de indução nuclear.

Analisaremos a pesquisa científica que levou Bloch a compreensão da indução nuclear sobre o prisma de seus pressupostos. Tanto o objeto de estudo quanto o método empregado remontam pesquisas experimentais e teóricas anteriores. Podemos caracterizar dois pontos de partida para se chegar ao método que discutiremos aqui nesta seção: a descoberta do efeito Zeeman, no fim do século XIX, e também o estudo teórico das estruturas superfinas concebida por W. Pauli (1924) (GOUDSMIT, 1961). Bloch nos explica os resultados desses conhecimentos combinados:

> os núcleos atômicos podem possuir um momento angular intrínseco (spin) e, paralelamente à sua orientação, um momento magnético. A energia de interação deste momento magnético com o campo magnético H(o), produzido pelos elétrons atômicos na posição do núcleo, depende do ângulo entre eles e leva assim à pequena divisão observada dos níveis de energia. Por outro lado, é possível, sob condições adequadas, determinar a partir dessa divisão tanto o spin quanto o momento magnético do núcleo, e essas duas importantes quantidades foram de fato determinadas em um grande número de casos a partir da observação de estruturas hiperfinas. Os momentos magnéticos dos núcleos foram encontrados, em todos os casos observados, como sendo da ordem do que se obtém substituindo na fórmula do átomo de Bohr a massa do próton no lugar da massa do próton. elétron. Os momentos nucleares são, portanto, cerca de mil vezes menores que os momentos atômicos, e isso é plausível tendo em vista que se trata aqui de prótons em vez de elétrons como constituintes elementares carregados (BLOCH, 1952).

Bloch também apresentou em sua alocução as limitações e desvantagens dos conhecimentos sobre a determinação óptica dos momentos nucleares naquele tempo, como as imprecisões do campo magnético e a tendência de diminuição das estruturas hiperfinas para átomos de números atômicos pequenos (BLOCH, 1952). De acordo com Bloch, tal problema foi resolvido por Otton Stern (1933) ao aplicar o método de feixes moleculares às moléculas de hidrogênio, que acabou resultando na medida do momento magnético do próton e posteriormente do deutério.

As investigações de Isidor Rabi sobre as variações de momento magnético para átomos com aplicação do efeito Zeeman, também os ajustes para obter deflexões nulas foram importantes para as pesquisas de Bloch.

A introdução dos métodos de ressonância magnética através de radiofrequências aplicada aos átomos e às moléculas imersas em campos magnéticos uniformes e homogêneos trouxe melhorias significativas ao campo da espectroscopia. Os momentos magnéticos do próton e do deutério foram obtidos, a partir dessa técnica, com precisão.

Em 1936, Bloch propôs uma prova para o momento magnético do nêutron livre através do espalhamento de nêutrons oriundos de amostras de ferro, porém os resultados experimentais não foram conclusivos, fizeram a suposição de que o valor para o momento magnético do nêutron é menor do que o esperado (BLOCH; GAMOW, 1936). O resultado positivo dessas suspeitas foi demonstrado posteriormente por pesquisadores da Universidade de Columbia, em 1937 (POWERS; BEYER; DUNNING, 1937). Os investigadores mostraram que o espalhamento levava à polarização dos feixes de nêutron. O entendimento do campo e da frequência de ressonância, obtidas pelo experimento, determina o spin ½ do nêutron. Esse efeito também foi observado por Rabi.

Com o uso do cíclotron de Berkeley, em 1939, Bloch e Alvarez encontraram, com precisão de 1/100, os momentos magnéticos do nêutron e do deutério, assumindo que esse último era a soma dos valores do próton e do nêutron. Valores mais precisos (1/1000) foram obtidos no cíclotron de Stanford (ALVAREZ; BLOCH, 1940).

No fim da Segunda Guerra, Bloch buscava melhorar a precisão das medidas dos momentos magnéticos aperfeiçoando a calibração dos campos magnéticos. Então, ele decide retornar as pesquisas sobre a ressonância magnética. O fato essencial consistia em mudar a orientação dos momentos nucleares, a partir de feixes atômicos ou nêutrons. Um conhecimento aprendido por ele na guerra foi crucial para o desenvolvimento da nova técnica, diz ele:

> O conhecimento das técnicas de rádio durante a Guerra sugeriu-me ainda outra maneira muito mais simples, a de detectar a reorientação dos momentos nucleares pelos métodos normais de recepção de rádio. Os sinais a serem detectados seriam devidos à indução eletromagnética causada pela reorientação nuclear e deveriam aparecer como uma diferença de tensão entre os terminais de um circuito elétrico externo (BLOCH, 1952).

A partir dessas características ele batizou o princípio descoberto de indução nuclear. Para entendermos sua descoberta, Bloch nos explica em termos clássicos e quantidades macroscópicas:

> Considere para este propósito, como um exemplo típico, cerca de um centímetro cúbico de água com os prótons contidos nela como os núcleos sob investigação. Seus momentos magnéticos são orientados de maneira completamente aleatória na ausência de um campo magnético externo; após a amostra ter sido trazida para tal campo, entretanto, será estabelecido um novo equilíbrio térmico no qual os momentos magnéticos serão distribuídos com um pequeno excedente paralelo ao campo. Mesmo em campos relativamente fortes da ordem de 10.000 gauss, esse excedente à temperatura ambiente não será superior a uma parte em um milhão. Embora sua observação direta seja difícil, existe assim um «paramagnetismo nuclear» no sentido de que se trata de uma polarização nuclear macroscópica finita que é paralela e proporcional ao campo externo aplicado. O estabelecimento do equilíbrio térmico exige a transferência da energia liberada pela orientação parcial dos momentos nucleares em calor, e isso só pode ocorrer pela interação desses momentos com suas vizinhanças moleculares. A força dessa interação determina o intervalo de tempo necessário para que os momentos nucleares se ajustem às condições de equilíbrio; é medido pelo «tempo de relaxação», como no caso análogo do paramagnetismo atômico. O papel do tempo de relaxamento é de importância básica para nossos experimentos, e em breve retornarei à sua discussão (BLOCH, 1952).

A consideração mecânica do giroscópio mostra que um campo alternado em ângulos retos com o campo constante tem o efeito de inclinar a direção da polarização em relação ao campo constante e que a polarização continuará, então, a realizar uma rotação “precessional” em torno desse campo. A frequência angular de precessão é proporcional ao campo com uma constante de proporcionalidade que é chamada de razão giromagnética dos núcleos e que é igual à razão entre seus momentos magnético e angular intrínseco. A existência e a detecção de uma polarização nuclear de precessão em uma amostra representavam para Bloch a base da indução nuclear.

A ressonância magnética entra aqui como o meio mais importante de produzir a inclinação, uma vez que permite sua realização sob a aplicação de campos oscilantes relativamente fracos.

A frequência natural é aquela com a qual a polarização nuclear “precessa” por si mesma em torno do campo constante e a forma prática de determinar essa frequência é variando o campo alternado aplicado ou a magnitude do campo constante até que as condições de ressonância sejam estabelecidas e detectadas por um valor máximo do sinal de indução nuclear observado. O conhecimento simultâneo do campo de ressonância e da frequência produz diretamente, como no uso da ressonância magnética em feixes moleculares, a razão giromagnética e, com o conhecimento do spin, o momento magnético do núcleo.

Ainda fazendo considerações mecânicas, o tempo de relaxamento muito curto ou muito longo trazia problemas de imprecisão para as medidas que eram obtidas por osciloscópios. No caso de tempos longos, a circunstância de produzir inclinações diminui a magnitude da polarização de modo a requerer o mecanismo de relaxamento para retornar ao equilíbrio.

No início das pesquisas de indução nuclear não se tinha conhecimento sobre o tempo de relaxamento nuclear. Trabalhou-se com a ideia de um relaxamento insuficiente, que podem ser verificados nos primeiros trabalhos sobre o assunto, apresentados por Gorter no início dos anos 40. Sobre isto, Bloch informou que os resultados das pesquisas não foram bons. Resultados melhores foram colhidos por Purcell e seu grupo no experimento com prótons na parafina, encontraram um tempo de relaxamento de 0,01 s. Algum tempo depois, Bloch e seu grupo encontraram, em outro experimento usando água, 2 s. Esses valores não eram previstos teoricamente, Bloch esperava encontrar um tempo maior. Era conhecido que a transição orto em para-hidrogênio seria acelerada por substâncias paramagnéticas e que teoricamente produziria um tempo de relaxamento menor da ordem de 1/ 100 000 s. Usaram solução de nitrato de ferro paramagnética, assim observaram pulsos largos das linhas de ressonância no osciloscópio que representavam precisamente os momentos magnéticos.

Para Bloch, a possibilidade de observação coerente de grandes números de ciclos qualifica o método de indução nuclear como sendo de alta precisão, se comparado com a teoria de forças (conforme mostrado por pesquisas posteriores de determinação dos momentos do próton, nêutron e deutério). Os resultados experimentais alcançados pelo método descoberto, deixaram Bloch muito satisfeito, como ele mesmo diz: “Foi particularmente gratificante para mim obter esses resultados de experimentos combinando a polarização e despolarização por ressonância magnética de nêutrons com indução nuclear” (BLOCH, 1952).

O arranjo experimental, aplicado por Bloch e seus colaboradores, era composto de duas bobinas de radiofrequência com eixos perpendiculares entre si (uma transmissora e outra receptora). Uma tinha campo magnético alternante, enquanto a outra servia para a detecção do sinal de indução nuclear. A combinação das bobinas e do ajuste das voltagens permitem observar os fenômenos de absorção e dispersão da radiação. Bloch comenta que muitos sistemas foram propostos depois com a mesma finalidade dos experimentos dele e de Purcell, mas salienta que o seu seria o único a produzir informações sobre o sinal do momento magnético do núcleo, definido por sua orientação relativa ao momento angular, pois esse é o sinal que determina o sentido da rotação da polarização nuclear em um determinado campo. O sinal dos momentos nucleares representou uma pista importante para sua interpretação em termos de estruturas nucleares (BLOCH, 1946, 1948).

4.6.3 Os estudos sobre indução nuclear com Bloch

Diferentemente do que ocorreu em Chicago, Roser não recebeu de Bloch um projeto incialmente. Os primeiros passos em Stanford foram dedicados à aprendizagem das modernas teorias científicas, em especial aplicando-se integralmente ao campo teórico, conhecimentos que lhe faltavam, como reconhecido por ele mesmo[186] [187]. Segundo Roser, uma formação sólida seria necessária se quisesse ser respeitado dentro da comunidade científica nacional e dentro da própria Universidade Católica, onde desempenharia papel de destaque na direção do futuro centro de científico.

Sua aplicação aos estudos da física moderna tornou-se uma obsessão durante todo período que esteve nos EUA. Ele sabia que ao retornar para o Brasil, certamente, não teria mais tempo para se dedicar aos estudos dos novos campos científicos, que se ampliavam rapidamente naquele período, por conta da função que desempenharia dentro da Companhia de Jesus. Desse modo, dirigir um centro de ciências desatualizado poderia ser ruim para suas pretensões de fazer a PUC-Rio figurar com destaque entre as universidades nacionais, se mostrando emergente e promissora dentro da esfera científica brasileira.

> Estou aproveitando o tempo com o possível furor para acabar de adquirir uma visão razoavelmente completa sobre todo o complexo das matérias teóricas e práticas necessárias para uma boa organização de nosso departamento. Tenho ido a todas as aulas e seminários tanto matemático como físico que possível for[188].

A aplicação de Roser aos estudos da teoria nuclear durou praticamente o primeiro ano todo de sua estadia. Ele sabia que precisava dominar bem os fundamentos teóricos do fenômeno da indução nuclear (Ver seção anterior, 0), para que pudesse produzir pesquisas significativas, já que esse era um campo de atuação novo para ele. Como já discutido, Cesar Lattes, então diretor do CBPF, havia acordado um plano de estudos com Roser, dentre as áreas de estudos estava o campo de investigação desenvolvido por Bloch e Purcell. Lattes tinha dois projetos para física brasileira através do CBPF: criar uma estação de medidas de raios cósmicos em Chacaltaya e o desenvolvimento da física experimental no Brasil (VIEIRA, 2017). O CBPF seria um espaço para o desenvolvimento de pesquisas de fronteira, onde caberia por exemplo a recente técnica de indução nuclear que estava sendo iniciada por Roser em Stanford.

---

[186] Carta enviada por Roser ao Padre Provincial, Chicago, 25/01/1950, APBCJ, RJ.

[187] Carta enviada por Roser ao Padre Reitor, Santa Clara, Califórnia, 25/01/1952, APBCJ, RJ.

[188] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, Califórnia, 21/07/1952, APBCJ.

Estudos no campo nuclear, nos EUA, no início dos anos de 1950, tinha muitas restrições, devido à Guerra Fria. Acesso ao conhecimento dessa matéria era tratado como segredos de estado. O Brasil havia realizado um acordo diplomático que permitiu, em 1952, que o CNPq enviasse bolsistas para as universidades americanas, alguns destes foram para a costa-oeste, em sua maioria militares (ANDRADE, 1999). Sobre isso Roser comenta ao Pe. Reitor: "De resto, o Centro e sobretudo a Escola Técnica do Exército mandou, ao todo, 8 candidatos, em grande parte militares, e uns 4 para outras universidades como Chicago e Columbia. Aqui atualmente somos dez brasileiros[189] do Rio e nos encontramos todos os dias".[190]

Segundo Andrade (1999), os bolsistas enviados em 1952 pelo CNPq foram escolhidos pelos conselheiros, assim a primeira remessa priorizou os militares e alguns membros do CBPF, Roser não estava nesse grupo, pois sua estadia, para os estudos que realizava, estava sendo financiada pelos Jesuítas. Ao todo foram enviados 23 bolsistas para os EUA pelo Setor da Física, onde mais de 50% eram militares. Por meio do comentário feito por Roser, vemos que o destino da maioria desses militares foi a Califórnia, isto provocaria a aproximação do padre com esse grupo.

Os estudos sobre indução nuclear, na equipe de Bloch, foram intensos. Pe. Roser se dedicava horas no Departamento de Física, em parte pelo seu próprio perfil pessoal, mas também por exigência de Bloch, que havia dito a ele que para aprender razoavelmente o método precisaria de pelo menos um ano de estudos e práticas.

> Tanto mais trabalho por que a pesquisa que embarquei aqui em Stanford dos spins magnéticos e dos momentos nucleares me prende muito. Esta técnica por não ser demasiadamente dispendiosa e por se tornar cada vez mais importante ultimamente oferece grandes vantagens para os nossos futuros trabalhos experimentais no Brasil. O prof. daqui exige um ano como tempo necessário para ficar razoavelmente familiarizado com o método. Tanto mais que fui encarregado oficialmente por Lattes para comprar e levar para o Brasil todo o conjunto do equipamento mecânico, magnético e eletrônico. Isto só já é uma coisa que me prende bastante.[191]

No trecho acima destacado, Roser ressalta o interesse de César Lattes na pesquisa, que o incumbe também de fazer levantamentos e cotações de materiais para a montagem de um futuro laboratório no CBPF, como destacado por Cássio L. Vieira (2017) sobre o

[189] Dentre os militares estava o filho o Cel. Bernardino de Mattos, cuja história será retratada mais adiante, por motivos de influenciar certo episódio vivido por Roser em relação ao contrato de trabalho com o CNPq.

[190] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, Califórnia, 16/08/19[52], ano estimado pelo conteúdo da carta.

[191] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, Califórnia, 18/03/1952, APBCJ.

desenvolvimento da física experimental no país. Essa fala de Roser ao Reitor corrobora com a ideia de que Lattes, enquanto Diretor Científico do CBPF se empenhava em ampliar as seções de pesquisa. Por outro lado, revela um fato importante sobre a gestão do diretor científico do CBPF: a existência de uma relação de confiança com Roser, que vislumbrava colaboração no desenvolvimento de uma linha de pesquisa nova no centro de pesquisa do Rio Janeiro, e um projeto vislumbrado por Lattes e encarregado ao padre, que por sua vez sabia que isto seria de grande valor para os primeiros passos científicos da PUC-RJ, no contexto da época.

A liame científico com Lattes estabelecido por Padre Roser visava a fundação do centro científico da Universidade Católica, lugar onde se empregariam técnicas modernas para a elucidação de vários problemas científicos em campos de pesquisa pré-determinados, por exemplo, a física nuclear, que era assunto científico de fronteira na época e de interesse nacional. Suas pretensões buscavam estabelecer cooperação internacional entre a PUC e Chicago e/ou Stanford, pois sabia que, desse modo, poderia equipar seus laboratórios com doações ou empréstimos de equipamentos, e ainda conferir à instituição respeito e visibilidade internacional. Logo, o método de indução nuclear lhe parecia uma oportunidade real de realizar seus planos para o Centro de Ciências na Católica. Em carta enviada para o Reitor, Padre Veloso. Ele explica sobre a possibilidade:

> Este método está se tornando muito importante ultimamente, mesmo nos domínios da química pela informação que dá sobre as estruturas das moléculas, de modo que será uma posição-chave em torno da qual poderemos fazer várias pesquisas mais tarde nos Institutos Católicos.[192]

Os primeiros sete meses em Stanford mostram Roser confiante com seus avanços no campo da indução nuclear. Assim como em Chicago, ele trabalhava para fazer a tese de concurso[193]. Até aquele momento ele havia adquirido uma boa base teórica, o que lhe habilitava a se dedicar à parte experimental do trabalho com Bloch. O trabalho se desenvolvia em grupo, nos laboratórios do Instituo de Física de Stanford. À medida que o tempo passava, Roser tornava-se mais apreensivo para a coleta dos dados para sua tese de concurso, visto que o último tempo de sua permanência nos EUA, acordado com os superiores, estava findando.

---

[192] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, Califórnia, 18/03/1952, APBCJ

[193] A tese de concurso era realizada candidatos a títulos de pós-doutoramento. Para Roser esse documento seria importante para credenciá-lo junto à comunidade científica, especialmente a brasileira quando retornasse ao país. A tese seria uma publicação de resultados da pesquisa realizada em um periódico.

Porém, Roser ficara receoso depois que a máquina construída para sua pesquisa, apresentou defeitos. Precisou-se construir uma nova, que ficaria pronta somente no fim do ano. Sem a mesma, ele não conseguiria terminar sua investigação, pois necessitava obter os dados do experimento[194]. Precisamos dizer que os motivos dessa angústia que o padre sofria estava relacionada ao seu regresso para o Brasil, que deveria ter sido realizada no final de 1950. No início, ele pensou poder da conta do plano de estudos combinado com Lattes em apenas um ano[195]. Mas o fazer científico é cheio de surpresas e ter previsibilidade para o fim de uma pesquisa é muito incerto. Assim, seus cronogramas eram constantemente afetados pelos acontecimentos desfavoráveis de suas pesquisas (quebra de equipamentos, chegada de insumos, reelaboração experimental etc.). Roser se preocupava com o que os membros da Companhia estariam pensando sobre o tempo que já estava nos EUA e as constantes prorrogações solicitadas. Destacamos que no início de sua estadia ele se reportava diretamente ao Padre Provincial, mas em Stanford ele passou em definitivo para PUC, assim deveria se reportar ao Padre Reitor. Contudo, na ocasião o campus Gávea estava em construção, possibilitando Roser postergar sua volta, mais uma vez (PUC-RIO, 2022).

No último quarto do ano de 1952, uma situação transformadora ocorre, rearranjando a vida científica de Roser, que passaria ser o interlocutor direto com o CNPq dos seus projetos científicos. Para entendermos melhor, vamos explicá-lo a partir da nova estrutura organizacional sofrida pelo CBPF no ano de 1952, com base nas informações extraídas de (ANDRADE, 1999). No quadro 9 (Diretoria e Conselhos, 1949-1954), observamos que a direção executiva foi ocupada por Hervásio de Carvalho (1951-1952), que deixara a direção para realizar seu doutorado na Universidade da Carolina do Norte (MAST, 2006). César Lattes passa ocupar duas diretorias a científica e a executiva deixada pelo colega. Lattes ocupando também a direção executiva poderia viabilizar seus projetos com mais autonomia, entre eles o projeto alinhado com Roser, uma seção de indução nuclear no CBPF, razão pela qual Padre Roser se dizia sobrecarregado. Isso explicaria a demanda de equipamentos solicitada ao padre naquele curto período, no qual Lattes ficou encarregado da direção executiva, em apenas alguns meses. Em seu lugar assumiria Álvaro Difini. Lattes continuaria apenas com a direção científica, e no período considerado passaria uma temporada na Bolívia, cuidando de seu empreendimento científico: o Laboratório de Chacaltaya (MARQUES, 2005).

[194] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, Califórnia, 15/10/1952, APBCJ

[195] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, Califórnia, 15/10/1952, APBCJ

> O Centro de Pesquisa da Praia Vermelha também me dá o que fazer. Lattes foi embora para a Bolívia e o novo Diretor Dr. Difini quer que eu leve adeante[sic] este projeto de indução nuclear por meio do Conselho de Pesquisa. Mas é coisa muita vasta e estou vendo que dificilmente poderei fazer isto[196].

Esse comentário de Roser ao Reitor, Padre Veloso, revela que sua relação não era tão forte com o CBPF, mas sim com Lattes. A base para esta afirmação está nas cartas trocadas no período, na qual não encontramos correspondências com outros membros da estrutura organizacional do CBPF, naquele mesmo período, e ao buscarmos informações nas Atas das Assembleias do CBPF de 1949-1955, não encontramos nenhuma referência a Roser ou a indução nuclear, o que nos faz concluir que o projeto só existia, de fato, entre Roser e Lattes. Assim com seu afastamento para Chacaltaya de seu interlocutor, o padre ficara sem referências e sem conexão com o projeto científico brasileiro, que estava sendo organizado entre o CBPF e o CNPq.

A indução nuclear, assunto sugerido por Lattes, trouxe muitos desafios para o padre, que saiu de sua área de conhecimento, os raios cósmicos, para uma nova frente de estudos, tendo que aprender tudo em pouco tempo. Ressaltamos que, a partir dos documentos examinados, César Lattes era bastante atuante nas assembleias, com bastante influência sobre as pautas científicas. Isso mostra que todo o trabalho desenvolvido por Roser, nos últimos dois anos, como fazer levantamentos orçamentários, foram, de certa forma, em vão. Com a saída de Lattes da diretoria executiva, isso ficou evidente de que a relação não era tão alinhada quanto parecia.

Destarte, Roser que trabalhava com afinco em Stanford, não apenas na pesquisa, mas também buscando viabilizá-la no Brasil por intermédio de Lattes, passou a ter que tratar desses assuntos com Difini, que no primeiro momento pareceu estar alinhado com seu antecessor nos projetos de indução nuclear, mas que logo depois viria a dizer que a seção não interessaria mais ao CBPF.

Entre os objetivos de Roser com o projeto estavam todo o instrumental para que ele pudesse construir o arranjo experimental para a realização das investigações no Brasil e contava com a chegada em Stanford de auxiliares que deveriam aprender as mesmas técnicas com

[196] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, Califórnia, 16/10/19[52], ano estimado pelo conteúdo da carta, APBCJ

Bloch, assim esperava receber bolsistas da PUC para a aprendizagem das técnicas experimentais de indução nuclear[197], vagas essas que ele havia acordado com o professor[198] [199].

Depois que a comitiva do CNPq desembarcou em Stanford, no início de 1952[200], Padre Roser ficara sabendo sobre alguns pontos do acordo entre os governos americanos e brasileiros, em especial o que dizia respeito à concessão de bolsas para estudantes brasileiros através de convênio com as universidades americanas financiadas pelo CNPq. A questão relacionada aos bolsistas interessou-lhe desde essa época. Essa informação o fez escrever para o padre Reitor sobre a possibilidade de a PUC aproveitar o ensejo para encaminhar estudantes dos cursos de engenharia. "Programa este que deve ser concluído dentro de 4 anos. Precisamos ver absolutamente se encaminhamos alguns estudantes da católica para isto como o Fernando, Caio Lago."[201]

A percepção do desinteresse do CBPF nas pesquisas sobre indução nuclear comunicado por Difini, impôs uma reorientação dos planos a Roser, que tinha em Lattes um elo forte com o centro de pesquisa. Afinal, o CBPF era a via pela qual os recursos para empreendimentos científicos, no campo da física, estavam sendo direcionados no Brasil naquele período. Por conseguinte, Roser apressou uma aproximação direta como CNPq. Ele escreveu dois projetos, os encaminhou ao Reitor da PUC e sugeriu que ele entrasse no circuito, para que a instituição pleiteasse para si recursos em prol dos projetos científicos que desenvolvia em Palo Alto.

No projeto encaminhado ao Reitor, para ser apresentado ao Almirante Álvaro Alberto[202], foi solicitado ao Conselho Nacional de Pesquisa que enviasse candidatos, de livre escolha, a aprenderem a nova técnica de indução nuclear chamando atenção para as potencialidades do novo método. Roser não determinou a procedência dos candidatos, mas sugeriu ao Padre Veloso que indicasse alunos da católica[203].

> Mando incluso dois projetos[204], de que falei a V. Rev. na carta de outro dia. Seria preciso copia-los em apresentá-los, em forma oficial, ao conselho de pesquisa, ou seja,

[197] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, Califórnia, 18/03/1952, APBCJ

[198] Projeto Bloch-Roser, 28/10/1952, endereçado ao Reitor para que ele reencaminhasse ao CNPq, como um projeto institucional solicitando recursos para seu desenvolvimento, APBCJ.

[199] Carta de Roser ao Almirante Álvaro Alberto, Santa Clara, Califórnia, 08/11/1952, APBCJ.

[200] Ver seção 0

[201] Idem à nota 200197

[202] Presidente do CNP (1951-55)

[203] Carta de Roser ao Padre Reitor, Santa Clara, Califórnia, 28/10/1952, APBCJ.

[204] Roser Bloch e Roser-Hofstadter, que serão apresentados nas próximas seções

> Alm. Álvaro Alberto ou Cor. Dubois. Insistindo que: a- se conceda a verba para a pesquisa dos contadores a cristal e; b-conceda uma bolsa para um candidato. Neste último caso seria bom V. Rev. urgisse dos nossos alunos como o Fernando Tavares ou outro que poderia fazer o doutorado neste setor por aqui.[205]

Na proposta, os candidatos se dedicariam ao projeto em tempo integral no Brasil, quando retornassem. Essa situação de, aos poucos, se desvincular da área de indução nuclear, apresentando substitutos para condução do processo, será algo que lhe acompanhará, sem sucesso, por todo ano seguinte (1953).

[205] Idem a nota 204

4.6.4 O projeto Bloch-Roser

O projeto Bloch-Roser é um documento[206] curto e dividido em 12 pequenos tópicos[207]. Sua finalidade era formalizar uma proposta de desenvolvimento de projeto científico no Rio de Janeiro que pudesse ser avalizada pelo CNPq. Roser percebeu que o CBPF àquele momento não se movia na direção de ter a técnica, que há dez meses se dedicava a aprender. O projeto soava como uma tentativa de não tornar todo aquele tempo de dedicação perdido.

Assim, Padre Roser através do pequeno projeto tentou convencer os membros do conselho sobre a importância da técnica para o desenvolvimento científico brasileiro, mostrando sua utilidade não apenas na física, mas em outros campos da ciência.

No projeto Bloch-Roser[208], ele começa explicando o que é a indução nuclear e sua utilidade na determinação dos spins magnéticos e momentos magnéticos. Apresenta a metodologia a ser aplicada aos estudos: de estrutura molecular de certos compostos químicos; dos estados sólidos e líquidos através das medidas do tempo de relaxação; de análises qualitativas e quantitativas rápidas de compostos químicos apropriados sem interferência destrutiva do composto. Roser recomenda, aos interessados no projeto, a leitura dos artigos publicados por Felix Bloch, na Physics Today (BLOCH, 1950), também o de E. Purcell, na Science (PURCELL, 1948).

O potencial da nova técnica para colaboração de projetos entre diversas áreas do conhecimento científico sem a necessidade de grandes investimentos em materiais e pessoal foi destacado por Roser. No documento, informou que a aquisição dos equipamentos necessários seria pela firma do próprio Bloch[209], que produzia em escala comercial. Ele mencionou que um dos principais compradores da firma seria a Texaco, uma das maiores petrolíferas do mundo, mostrando a utilidade do equipamento e da técnica para a Petrobrás.

A pedido de C. Lattes, Roser intermediou tratativas preliminares com a firma repassados diretamente ao diretor científico do CBPF. No entanto, não conseguimos localizar nenhuma menção a esse assunto nas atas de 1952, do CBPF ou documentos equivalentes, que pudessem dar conta de comprovar essas tratativas. O instrumentário completo seria de fácil montagem e

---

[206] - Primeira página do projeto , Anexo 2.

[207] Projeto Bloch-Roser, 28/10/1952, encaminhado ao CNPq para ser avaliado.

[208] Idem à nota 207

[209] A Varian's Chemical Instrumentation, Silicon Valley, criada com W. Hassen e M. Packard em 1946, parte da Varian Associates. **Fonte bibliográfica inválida especificada.**

ficava no valor de $25 000,00 (vinte e cinco mil dólares), podendo ficar mais barato, caso o eletroímã fosse construído no Brasil.

Embora, inicialmente, ele tenha dado certo destaque aos instrumentos, o motivo mais urgente da solicitação junto ao CNPq seria de conseguir bolsistas para aprender também àquelas técnicas que estava tendo acesso, visto o tamanho de sua abrangência e potencialidade para pesquisas interdisciplinares. Bloch já havia sinalizado para ele que treinaria mais duas pessoas na técnica, um físico e um químico. No projeto, Roser enfatizou o envio pelo conselho de pelo menos um físico, pois a maior aplicação da técnica estava nos domínios da física.

Para tornar mais claro os motivos de sua solicitação ao Presidente do CNPq, o Almirante Álvaro Alberto, ele explicou as razões e o contexto de sua presença em Stanford, mostrando que havia um acordo institucional entre o CBPF e o Departamento de Física de Stanford, costurado entre Lattes e Bloch, indicando-o à aprendizagem da técnica de indução nuclear.

> Tendo o Centro entrado em contado com o prof. Bloch, que juntamente com Purcell em Harvard, é a autoridade no mesmo assunto e ficou combinado que eu seria recebido em Stanford afim[sic] de estudar o método e familiarizar-me com as possibilidades dele em vista desta projetada adaptação da técnica no Rio[210].

O Padre Roser termina o projeto, asseverando que para o Brasil o importante não seria somente a compra de equipamentos, mas sim a formação de grupos de pesquisadores capacitados nas mais modernas técnicas para a realização de pesquisas com qualidade e circulação internacional. Sendo assim, ele pedia que enviassem um candidato à vaga com estipêndios para bancar a estadia do período de aprendizagem. Ao final, Roser lança duas questões ao Almirante Álvaro Alberto, para que pudessem dar uma satisfação ao professor Bloch sobre a continuação do projeto, mas também para que pudesse preparar o terreno para a chegada do candidato: "a- Se pretende levar adeante [sic] esse projeto; b- Se pode outorgar uma bolsa a um candidato apropriado"[211]

[210] Projeto Bloch-Roser, 28/10/1952, encaminhado ao Reitor para ser encaminhado pela PUC ao presidente do CNPq.

[211] Idem à nota anterior

4.6.4.1 A carta para Álvaro Alberto

Em carta[212] endereçada ao Almirante escrita para acompanhar os projetos, Roser contextualiza os motivos que lhe fizeram escrevê-los. Explica que Lattes achava que a técnica de indução nuclear oferecia oportunidades interessantes para o desenvolvimento científico no Brasil, além de possuir a vantagem de não ser demasiadamente dispendiosa seu emprego[213], assim combinou com Felix Bloch a estadia de Roser no laboratório dele, o qual estava a trabalhar por cerca de um ano. Salienta que tinha contato direto com a empresa que fabricava os equipamentos necessários para a montagem do aparato experimental, a Varian's Associate[214].

Na carta, com base nas ideias iniciais de Lattes, Roser ratifica o pedido de pelo menos uma bolsa para um candidato brasileiro aprender as técnicas de indução nuclear que seria orientado pelo próprio Bloch. Esclarece que inicialmente não haveria necessidade de comprar o equipamento, mas que a formar mais pessoas com aquela competência era mais importante.

Sobre os equipamentos necessários compartilha com o Álvaro Alberto as últimas conversas com Lattes: "Recebi de Lattes o encargo de tomar todas as informações necessárias. Entrei, por conseguinte, em tratativas preliminares com a "Varian" [associate] pedindo que sejam fornecidos todos os orçamentos etc. ao Centro".

Contudo, explica que com a mudança na direção executiva, ou seja, o afastamento de Lattes para Chacaltaya, o novo gestor disse-lhe que o CBPF não poderia mais abrigar a seção: "O Centro de Pesquisa, porém, segundo últimas informações já se acha sobre carregado bastante com outros projetos de modo que prefere não se preocupar ainda com mais este". [215]

Com base nesse fato Roser coloca a PUC à disposição para conduzir importante projeto junto ao então laureado com o Nobel de 1952, o prof. Bloch. "Como agora nem deante [sic] do prof. Bloch, nem deante[sic] da "Varian" posso desistir convenientemente, tomo a liberdade de propor que este setor poderia ser levado adeante[sic] pela universidade católica, caso que o conselho queira ajudar no projeto".[216]

[212] Primeira página da carta, Anexo 3

[213] Carta de Roser a Álvaro Alberto, Santa Clara, Califórnia, 08/11/1952, APBCJ.

[214] Um pool de empresas que operava dentro do campus da universidade, o qual a empresa de Bloch fazia parte.

[215] Idem à nota 213

[216] Idem à nota 213

Finaliza a carta mostrando a intenção de colocar a PUC figurando entre as instituições que poderiam contribuir o desenvolvimento científico brasileiro. “Tomo, pois, a liberdade de pedir a V. Excia. Queira acolher esses dois projetos para que também a universidade católica possa ter o privilégio de contribuir o seu quinhão para esplêndida renascença científica no Brasil”.[217]

4.6.4.2 O desfecho das pesquisas de indução nuclear

O projeto Bloch-Roser, em 1953, ficou à espera por respostas do CNPq, por ações mais rápidas nas tratativas da PUC com o Conselho de Pesquisas também pela apresentação de um bolsista que pudesse para levar adiante o projeto de indução nuclear, junto a Roser no Brasil.

Em abril do mesmo ano, uma nova comitiva do conselho em missão na Califórnia, fez Roser reencontrar os então Coronéis Armando Dubois Ferreira (1902-1978)[218] e Bernardino de Mattos[219], que estavam lá para visita técnica, ou seja, verificar e avaliar, in loco, as condições dos militares da Escola Técnica do Exército, bolsistas do CNPq. Os militares do CNPq e o padre se conheciam desde a reunião de fundação do CBPF, em 1949 (ANDRADE, 1999)[220], mas sem relações próximas.

O período de permanência dos militares em Palo Alto foi suficiente para tomarem conhecimento do trabalho desenvolvido pelo Padre e de conhecê-lo melhor. Eles puderam ver o respeito que todos do laboratório tinham por ele e por seu trabalho. Como expressado por um conselheiro do CNPq, Luis Cintra Prado[221] [222](1904-1984) alguns meses depois.

A aproximação com os militares e membros do conselho foi importante para os planos científicos de Roser para a Católica. A física experimental que se descortinava naquele momento necessitava de recursos vultuosos para serem praticados, sem ajuda do Estado seria muito difícil produzir resultados relevantes no campo nuclear. Principalmente por se tratar de um centro de pesquisa, que se quer existia ainda, numa universidade privada pequena, que

[217] Idem à nota 213

[218] Comandante da Escola Técnica do Exército

[219] Sem referências sobre seus dados de nascimento e morte, sabemos que sua formação era ligada a química industrial. (ANDRADE, 1999)

[220] Quadro 8. Fundadores do CBPF, 1949, p.70-71

[221] Físico da Escola Politécnica de São Paulo.

[222] Ata da 159ª reunião do conselho deliberativo do CNPq, 24/06/1953

sobrevivia através de campanhas e com menos de uma década de existência. O projeto científico de Roser era ambicioso para a PUC, e ele não mediu esforços para realizá-lo.

Na carta ao Reitor de 20 de abril de 1953, Roser orienta o Padre Veloso, a se aproximar mais dos militares membros do conselho: "Creio ser muito importante que a Católica se conserve em contato e em boas relações com estes Snres. [sic] e amigos nossos que são também aqueles que decidem todas as questões das quais grande parte do nosso futuro desenvolvimento depende. Posso insistir mais uma vez na visita ao General de Mattos?"[223]

Essa relação com os militares, membros do conselho, em especial com o cel. Mattos, renderá frutos futuros. Como tornar-se bolsista assistido pelo conselho, desenvolvendo pesquisas no campo dos cintiladores, como veremos na seção, o que lhe abrira novas portas para o desenvolvimento de seu centro de pesquisa, o Instituto de Física da PUC-RJ.

Para dar um desfecho ao assunto dos projetos encaminhados ao CNPq, informamos que o projeto Bloch-Roser não chegou a ser concretizado. Sua complexidade exigiria a participação de colaboradores, que na visão de Roser, precisariam receber formação equivalente a que recebera em Stanford com Bloch, logo a PUC deveria enviar alguém com potencial para ocupar a vaga. Da experiência que Roser teve com Bloch restaram-lhe os conhecimentos aprendidos com o professor sobre a nova técnica, a oportunidade de frequentar as diversas disciplinas do Departamento de Física de Stanford no campo da física e matemática, completando sua formação acadêmica [224].

Por conseguinte, na espera por bolsista, ele continuou a trabalhar com Bloch, mas não chegou a concluir o projeto cujo objetivo inicial era determinar o sinal do momento magnético do He^3[225]. Sabemos que dificuldades técnicas ocorreram no andamento da pesquisa como defeitos no equipamento, conforme já relatado. O grupo de pesquisa que Roser acompanhou enquanto esteve em Stanford, publicou os resultados da pesquisa anos mais tarde[226]. As pesquisas relatavam resultados obtidos em espectros alta resolução da ressonância magnética de prótons, aplicado às moléculas orgânicas. Os resultados indicavam precisão nas medidas do tempo de transição a partir do acoplamento de prótons com hidroxilas, em moléculas de álcool etílico (ANDERSON; ARNOLD, 1954, 1955), os objetivos não eram os mesmos de Roser, mas com a proximidade entre eles, o jesuíta pode acompanhar todo o desenvolvimento dos colegas.

[223] Carta ao Reitor, 20/04/1953

[224] Carta ao Almirante Álvaro Alberto, 19/02/1955

[225] Encaminhado ao CNPq, 19/02/1955

[226] Idem a nota 225

O grupo de pesquisadores orientados por Felix Bloch, era composto por W. A. Anderson[227] e J. T. Arnold[228]. Roser fez a opção em seguir com as pesquisas com cintiladores sob a supervisão de Hofstadter como veremos na seção 4.7.2. Sobre esse fato, ele fala sobre sua experiência com o estudo da indução nuclear e da rede de contatos institucionais e pessoais nesse campo de pesquisa:

> Foi, porém, suficiente para poder familiarizar-se com o método e suas possibilidades, para conhecer bem os laboratórios respectivos, tanto universitários (Stanford, St. Louis, Urbana, South Bend, Seattle), como industriais (Varian Associates) e para ter contato pessoal prolongado com seus professores e diretores (Bloch, Hahn, Packard, Varian, Guth etc.)[229]

Nas próximas seções, vamos examinar as pesquisas de Roser no laboratório de Hofstadter, especialista em detectores de cintilação. Mas, antes apresentaremos o contexto do início dessas pesquisas e da relação com o CNPq.

4.7 A EXECUÇÃO DO PROJETO SOBRE CINTILADORES ORIENTADO POR ROBERT HOFSTADTER

A interlocução direta com CNPq não foi tarefa fácil para Roser. A distância do Brasil tornava tudo mais complicado. Para dificultar ainda mais a PUC estava dando andamento a construção do Campus Gávea, assim o Reitor, Padre Velloso, estava ocupado com as campanhas de doação para essa finalidade. Restava a ele apenas escrever cartas cujas respostas não lhe eram muito favoráveis. Por exemplo, o caso dos alunos da Politécnica da PUC, que não eram enviados para os treinamentos em Stanford. Não vamos aqui discutir os pormenores da situação de envio de bolsistas para EUA, seculares ou membros da Companhia de Jesus, pois nosso foco está na descrição das pesquisas realizadas por Roser, fazê-lo nos tomaria tempo e espaço para discutirmos outras situações. No entanto, para ajudar em entendimentos de alguns episódios que envolveram Roser em sua trajetória científica, precisamos destacar suas pretensões para quando regressasse ao Rio de Janeiro. Enquanto, para maioria dos cientistas daquele período ir ao estrangeiro estudar um campo de fronteira era sinônimo de voltar sendo

[227] No período em que Roser esteve no Laboratório HEPL, Anderson fazia seu doutoramento, em seguida fez pós-doutorado no CERN (1954), e a partir de 1955 ocupou cargo na Varian Associate, em *Palo Alto*.

[228] Arnold também fez doutorado em Stanford, em seguida fez pós-doutorado no CERN (1954) sob orientação de Bloch. Ocupou cargo de professor no Instituto Politécnico da Virginia, EUA.

[229] Idem à nota anterior

especialista num campo de investigação, com possibilidades de começar uma linha de pesquisa em alguma instituição cuja prática científica estivesse acontecendo, em especial na área da energia atômica. No caso de Roser, a missão era criar um centro de pesquisa científica, que pressupunha um programa de pesquisa, montagem de laboratórios, assistentes e colaboradores, além da função de gestão do centro científico.

Em vista disso, Padre Roser desejava aproveitar a política de formação de recursos humanos promovida pelo CNPq, colocada em prática em 1952, para estudantes brasileiros aprimorarem conhecimentos científicos e tecnológicos nos EUA[230], para os estudantes da U. Católica. Então, em algumas cartas[231] [232]trocadas com o Reitor da PUC, ele insistiu nas solicitações de envio gente da Católica para aproveitar essa oportunidade, e por cerca de seis meses nada foi decido até que dois conselheiros militares estivessem em Stanford: Os coronéis Armando Dubois e Bernardino de Mattos.

No início de 1953, enquanto aguardava respostas tanto do CNPq quanto aos nomes de futuros bolsistas da PUC, seu visto estava para expirar. Ele conseguiu junto ao próprio Departamento de Física a prorrogação do documento. O Diretor L. Schiff solicitou junto ao Serviço de Imigração dos EUA sua permanência por mais um período de 4 meses, a fim de que terminasse seus projetos com Bloch e também com Hofstadter, onde preparava um equipamento para estudos de raios cósmicos[233], em paralelo ao acordado com Bloch.

> Dr. Francis X. Roser trabalha neste departamento como pesquisador associado, sob a direção geral do professor Felix Bloch no laboratório de indução nuclear, desde janeiro de 1952. Ele precisará de aproximadamente três ou quatro meses para concluir este trabalho. Em seguida, ele realizará um projeto com o professor Robert Hofstadter neste departamento, para preparar equipamentos para estudos de raios cósmicos a serem realizados após o retorno sul-americano do Dr. Roser.
>
> Devido à importância de dar continuidade a este trabalho científico, peço respeitosamente que possibilite uma extensão da estada nos Estados Unidos por aproximadamente um ano a partir desta data.[234]

[230] Relatório de atividades do Conselho Nacional de Pesquisas 1951, Imprensa Nacional.

[231] Carta de Roser ao P. Reitor, Santa Clara, Califórnia, 25/01/1953, APBCJ.

[232] Carta de Roser ao P. Reitor, Santa Clara, Califórnia, 20/04/1953, APBCJ.

[233] Solicitação de Permanência do Departamento de Física de Stanford ao Serviço de Imigração e Naturalização do Departamento de Justiça San Francisco, Califórnia, 05/11/1953, APBCJ.

[234] Documento encaminhado ao Departamento de Justiça- serviço de imigração- pelo Departamento de Física de Stanford para renovação de visto de permanência de Roser, 05/01/1953.

Mas Roser sabia que poderia ficar por mais tempo, pois havia interesse do departamento em seu trabalho, Schiff poderia garantir sua permanência para tocar o projeto com Hofstadter que era de interesse de ambos.

> O professor Hofstadter aqui de Stanford- um dos grandes especialistas na matéria – quer que eu prepare determinados projetos com ele em vista da futura colaboração conosco seria uma pena que esse quasi[sic] monopólio que temos para outros que, em vista da importância do método, certamente não hão de faltar. Ajunto o testemunho do Professor Schiff, diretor do departamento, insistindo na concessão do tempo necessário para isto.[235]

Outro problema apareceria ainda para Roser, sua permanência estava sendo custeada pela Companhia de Jesus com valores repassados periodicamente[236] ($150,00)[237], os quais guardava para compra de equipamentos, pois era muito parcimonioso com dinheiro e compromissado com seus projetos. Enquanto permaneceu em Santa Clara rezava missas por $2,50 que lhe permitia ter o suficiente para alimentação e custeio das despesas como a hospedagem nas Casas de Acolhimento dos Jesuítas[238]. Para completar, ainda no início daquele ano, o setor financeiro da Companhia de Jesus havia parado de enviar os parcos recursos para sua permanência, por questões referentes ao órgão de fiscalização bancária que criava obstáculos para algumas remessas financeiras. O problema estava sendo resolvido pelos responsáveis financeiros da Companhia de Jesus. Um problema que se estenderia até julho daquele ano. Os valores seriam recebidos, mas a partir daquela data em diante os recursos seriam suspensos, pois o prazo concedido pelo Reitor para a permanência de Roser enviado a Companhia seria até julho de 1953[239], e Roser já tinha aventado a possibilidade de ficar até o fim daquele ano[240], para terminar os projetos em Stanford, mas também para ir a Washington aprender a manusear um equipamento que lhe seria emprestado pelo Instituto Carnegie, por conta de um projeto com Marcel Schein[241].

---

[235] Carta de Roser ao P. Reitor, Santa Clara, Califórnia, 25/01/1953, APBCJ

[236] Carta do Irm. Caiuby para Roser, Rio de Janeiro, 11/07/1953, APBCJ.

[237] Carta de Roser ao P. Reitor, Santa Clara, Califórnia, 18/10/1953, APBCJ

[238] Carta de Roser ao P. Reitor, Santa Clara, Califórnia, 20/02/1952, APBCJ

[239] Idem à nota 2368

[240] Idem à nota 2359

[241] Carta de Roser ao P. Reitor, Santa Clara, Califórnia, 15/10/1952, APBCJ

Apesar da correspondência enviada pelo irmão Caiuby[242], inicialmente não lhe trazer boas notícias, pois a carta informava que as remessas seriam canceladas para a nova vigência combinada com o Padre Reitor, de prorrogação até meados de 1954.[243] Mas, no desenrolar do assunto, o irmão deu outra que veio bem a calhar diante da situação: a concessão de uma bolsa pelo CNPq, para continuar trabalhando em Stanford.

4.7.1 As finalidades do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

O Conselho Nacional de Pesquisas, criado em 1951, era subordinado diretamente à Presidência da República com autonomia técnico-científica. Sua finalidade era de estimular as pesquisas predominantemente de natureza atômica atuando em três frentes básicas: I) a organização de infraestrutura; II) fomento de recursos para formação de recursos humanos no campo científico nuclear; III) investimentos volumosos na área de energia nuclear. Particularmente, havia um investimento preeminente no campo da física no Rio de Janeiro, articulado e apadrinhado pelo Almirante Álvaro Alberto, Presidente do conselho.

Nós aqui não vamos discutir pormenores da criação do CNPq, apenas estamos interessados na política de concessão de bolsas analisando a partir da perspectiva do auxílio recebido pelo Padre Roser.

Apuramos através da referência (ANDRADE, 1999), que o setor de concessão de recursos para formação científica do conselho, incialmente oferecia bolsas que garantiam dedicação integral aos projetos científicos assumidos por determinado candidato, com o passar do tempo esses critérios foram sendo reformulados. A concessão dos recursos era subjetiva, pois não obedeciam a regras muito claras. Podemos dizer que laços pessoais e profissionais interferiam nas solicitações e aprovações do benefício. Adicionado a isso, salientamos a confusão que existia entre os objetivos da física nuclear e da energia nuclear, a primeira encampada pelos físicos e a segunda por militares e outros setores da sociedade civil. Os físicos queriam espaço para estudar a matéria nuclear de forma descompromissada com sua aplicabilidade, os militares interessados em suas aplicações bélicas, e o sociedade civil nas melhorias do setor energético (MOTOYAMA, 2004).

Desde 1952, o conselho estava enviando bolsistas para exterior para completar a graduação, estágios ou pós-graduação. Eram alunos da física e da engenharia de universidades

[242] Carta do Irmão Caiuby para Roser, 11/07/1953, APBCJ

[243] Carta de Roser ao P. Reitor, 20/04/1953, APBCJ

e instituições militares. Na ocasião, membros do CBPF e militares da Escola Técnica do Exército (ETE) foram os mais contemplados no Setor da física, na primeira remessa, conforme asseverado por Ana Maria R. Andrade e informado por nós na seção anterior. O CNPq custeava a pesquisa científica com interesses na construção da rede da energia atômica, no organograma institucional existiam cientistas e militares, os últimos interessados na matéria nuclear.

Nesse contexto, A chegada de bolsistas enviados pelo conselho foi observada por Roser. Por meio de cartas encaminhadas ao Padre Reitor, ele comentava a aproximação com alguns deles. Elogiando-os em suas pesquisas, um deles, por exemplo, o Major Campos, pertencia a ETE[244], fora estudar tecnologia nuclear, sua competência avalizada por Roser o tornaria candidato a professor da Universidade Católica, que fez o próprio Roser interceder por ele[245].

A primeira resposta sobre os projetos encaminhados ao CNPq surgiu em abril de 1953, numa carta manuscrita[246], enviada pelo Padre Reitor Velloso. Na carta, o padre disse que havia levado os projetos até o Almirante Álvaro Alberto, que sinalizou com a possibilidade de contribuir com a proposta, achando o projeto bom e viável. O almirante encaminhou os projetos de Roser para o conselheiro Joaquim da Costa Ribeiro, que ficou de estudar o projeto. Álvaro Alberto cogitou até a possibilidade das duas bolsas, de maneira informal. Contudo, o projeto até aquela data não havia passado pelas sessões do Conselho Deliberativo do CNPq, conforme consultamos as Atas do Conselho Deliberativo daquele período[247].

Em viagem aos Estados Unidos, entre os meses de fevereiro e abril de 1953, uma nova comissão do CNPq foi designada para acompanhar o projeto do cíclotron em Chicago, entre eles estavam dois militares, o Coronel Armando Dubois e o General Bernardino de Mattos, ambos conselheiros do CNPq, como já relatado em seções anteriores, que nessa viagem aproveitaram para acompanhar os bolsistas brasileiros que estavam na costa oeste americana. Roser pela proximidade com muitos desses alunos, em especial o filho do General Mattos, sabia dessa visita. Logo, ele esperava ter oportunidade para apresentar, in loco, os projetos propostos e encaminhados ao CNPq. Assim, o fez.

Roser se aproximou bastante do General Mattos, em razão da relação amistosa que fizera com filho dele, militar da Escola Técnica do Exército, que estava lá para complementar seus

[244] Escola Técnica do Exército

[245] Carta de Roser ao P. Reitor, Santa Clara, Califórnia, 15/08/1954, APBCJ

[246] Carta do Reitor ao Padre Roser, Rio de Janeiro, 05/04/195, APBCJ.

[247] Atas do CNPq (novembro de 1952- maio de 1953)

estudos no campo da Engenharia. Roser batizou o neto do general tornando a relação entre eles ainda mais familiar.

A ocasião da visita seria uma boa oportunidade de Roser mostrar a importância e relevância de seus trabalhos a membros influentes do conselho de pesquisa, que pela distância do Brasil não lhe permitia estabelecer uma interlocução com órgão diretamente. Desse modo, através de um bom relacionamento estabelecido com a comunidade de bolsistas brasileiros em Stanford, ele conseguiu que Mattos e Dubois conhecessem o seu trabalho e a relevância de sua pesquisa. Roser queria usar a seu favor o fato de estar trabalhando com Felix Bloch, atual prêmio Nobel de física, para mostrar a relevância de seu trabalho de fronteira científica em Stanford. O contato lhe trouxe expectativas positivas em relação a seus projetos científicos, conforme ele expressa em carta ao Reitor:

> Estou tendo, ultimamente, a oportunidade de entrar em contato bastante íntimo com alguns dos principais membros do Conselho Nacional de Pesquisa que estão em viagem de inspeção por aqui. São estes, por exemplo, o General Bernardino C. de Mattos e o Coronel Dubois. É de grande valor, poder-lhes eu mostrar o trabalho in loco pô-los em contato com os professores com os quais estou trabalhando e demonstrar-lhes efetivamente a necessidade de amparo aos diferentes empreendimentos. Tenho-os, deste modo, como protetores poderosos dos projetos em andamento, protetores que já estão me valendo agora e que continuarão a fazer mais tarde no Rio.[248]

Ele estava otimista em conseguir, por ele mesmo, negociar ajuda para a execução dos seus empreendimentos científicos que futuramente poderiam se tornar as linhas da Católica no projeto de desenvolvimento científico brasileiro. Acreditava ter conseguido uma bolsa para algum candidato da PUC, conforme informou ao Reitor: “Tenho muita esperança agora que, ao menos por meio deste contato pessoal, hei de conseguir afinal a bolsa para um ou dois candidatos da Católica, bolsa que estou pleiteando desde muito tempo e que é absolutamente necessária para o Departamento de Física da Católica”.[249]

As pontes com as instituições americanas de ensino e pesquisa era o seu maior propósito, também um importante trunfo. Possibilitar aos alunos da Católica e aos jesuítas aprenderem os novos conhecimentos e as novas técnicas da física nos mais modernos laboratórios do mundo, seria uma conquista importante para o futuro Departamento de Física da PUC, que já nasceria nos moldes das universidades americanas e com conexão direta com elas.

---

[248] Carta ao Reitor, 20/04/1953, APBCJ

[249] Idem à nota 2488

Ciente da oportunidade que estava tendo em Stanford, queria que as pessoas ligadas à PUC tivessem a compreensão do que estava fazendo em Palo Alto. Dessa forma, fez inúmeros convites ao Reitor, ao Padre Provincial para que fossem aos Estados Unidos constatarem, com seus próprios olhos, o que a Católica deveria se transformar, observando os passos dados por aquelas instituições. Assim como, quando alguém influente, que havia passado por Stanford, também regressasse ao Brasil fosse ao encontro dos superiores jesuítas (vice-versa) para lhes contarem sobre seu trabalho, destacando a relevância de seus esforços.

No quesito recursos, por diversas vezes, insinuou que o Reitor se aproximasse mais dos membros do conselho para que a Católica não ficasse para trás na corrida pelo fomento financeiro, dado às instituições, distribuído pelo CNPq.

Na carta de abril de 1953 encaminhada ao Reitor, Padre Roser pede que ele fosse ao encontro do General Bernardino de Mattos, que voltaria ao Brasil no mês seguinte. E a partir dele obtivesse informações sobre os projetos que estava realizando em Stanford manifestando as intenções da PUC frente a rede da energia atômica e do programa de expansão científica brasileiro. Ele escrevia com confiança que esse passo deveria e precisaria ser dado pelo Reitor para fortalecer os laços institucionais, assegurando a parcela da PUC nessa partilha de recursos para o desenvolvimento de pesquisas científicas. Para mostrar ao Reitor que parte do caminho já estava construído, ele comenta da proximidade que havia estabelecido com o general, dizendo-lhe que havia batizado o neto, e que tinha recebido um agrado, em suas palavras:

> Batizei o neto dele, há pouco tempo, ficou muito contente e, vendo-me um pouco apertado financeiramente, quis espontaneamente oferecer-me um sobretudo que lhe custou 67 dol [sic] na loja para onde me levou.[250]
>
> Creio ser muito importante que a Católica se conserve em contato e em boas relações com estes senhores e amigos nossos que são também aqueles que decidem todas as questões das quais grande parte do nosso futuro desenvolvimento depende. Posso insistir, mais uma vez, na visita ao general de Mattos.[251]

Na primeira reunião do conselho deliberativo em que o General Mattos participou, trouxe como pauta o trabalho de Roser em Stanford.[252] Durante os três anos em que estava nos Estados Unidos, trabalhando duramente, essa foi a primeira vez que seu nome foi citado nas atas do CNPq, por seus projetos e propostas[253]. O que confirma a nossa visão de que a relação

[250] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, 20/04/1953, APBCJ.

[251] Idem à nota 2500

[252] Ata da 159ª reunião do conselho deliberativo do CNPq, 24/06/1953

[253] Atas do Conselho Deliberativo do CNPq (1951-1953)

dele com o projeto científico brasileiro estava no nível da informalidade, e que só existia entre ele e César Lattes. Roser estava, de fato, invisível às tratativas do cenário científico brasileiro, apesar de sua produção e projetos científicos estarem se realizando com sucesso nos EUA (ROSER, 1951, ROSER; BOWEN, 1951, 1952). Mas, até esse contato com os militares, em especial com o referido general, pouco se sabia no Brasil sobre seu trabalho nos Estados Unidos. Por exemplo, em dois textos escritos por contemporâneos de Roser (RIBEIRO, 1955; LOPES, 1954), eles não o incluem entre os físicos ou publicações importantes no campo da física.

4.7.2 Pe. Roser: bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

A combinação de três fatores isolados acabou resultando no apoio do conselho a seu trabalho em Stanford: A primeira, a visita de uma comissão do CNPq, no início do ano de 1952, com Lattes e outros membros, logo no início dos trabalhos de Roser com Bloch. Na ocasião, um dos conselheiros que lhe seria favorável a bolsa estivera presente, constatando seu entusiasmo e o valor do projeto junto aos colegas de laboratório. O segundo fator, a carta encaminhada ao Almirante Álvaro Alberto, solicitando amparo de suas pesquisas em Stanford, por conseguinte reencaminhada ao conselheiro Joaquim da Costa Ribeiro. Por último, podemos citar a aproximação com o General Mattos em visita à Stanford para inspeção do conselho.

A centésima quinquagésima nona Reunião do Conselho Deliberativo do CNPq, contava com físicos, biólogos, médicos, engenheiros e militares. O presidente da sessão era o militar, Orlando da Fonseca Rangel Sobrinho (1907-1976), tenente-coronel e engenheiro químico. A sessão contava com 15 conselheiros. Os assuntos tratados nas reuniões estavam compreendidos em liberação de recursos para bolsistas, participação em congressos nacionais e internacionais, compra de equipamentos, visitas de cientistas estrangeiros com finalidade de desenvolver e estimular novas áreas de pesquisas no país.

Dentre os muitos assuntos tratados pelo conselho, destacamos a visita do físico Robert Oppenheimer ao Brasil, em que se comentou pormenores da visita. O assunto da ordem do dia para aquela sessão foi o parecer de uma comissão, designada pelo plenário, para os estudos sobre a aquisição, pelo conselho, de minerais e produtos industrializados de interesse para a energia atômica. Ao final desta sessão, o General Mattos pede a palavra e num discurso para o plenário, situa os conselheiros sobre a situação do Padre Roser, em Stanford, que segundo ele seria de penúria por falta de recursos, apesar disso ele se mantinha comprometido com seu

trabalho, destacando o nome do Brasil no exterior. Dizia o General Bernardino de Mattos em sua alocução para os conselheiros:

> Desejo trazer ao conhecimento deste Conselho que tive a satisfação de conhecer, em Palo Alto, um homem que honra o nome do Brasil; referi-me ao Padre Roser, que está realizando em Stanford trabalho notável, ao lado de entidades cuja expressão ninguém pode contestar. Esse Padre mora na Universidade de Santa Clara, onde tem que pagar seu próprio alimento. Viaja diariamente de trem rumo à Universidade de Stanford, o qual só atinge com uma caminhada de 4 kms. Ele nada pede, e jamais se queixou. Não obstante, entra pelos olhos de qualquer pessoa a difícil situação em que se acha. Durante minha estadia na Califórnia, para não molestar-lhe a modéstia, procurei ampará-lo no que podia. O Padre Roser está dignificando o nome do Brasil. Pediria que fizesse o Conselho obra de justiça, amparando esse cientista brasileiro[254] que tão alto está elevando o nome do Brasil. É o apelo que faço, com o mais sincero ardor. Pode esta casa estar certa de que atendendo-o, renderá ao humilde Padre Roser homenagem que bem merece, pois está exaltando o nome do Brasil.[255]

O assunto tratado por Bernardino, já havia sido compartilhado em carta com o Presidente de Conselho, o Cel. Rangel, que disse conhecer o padre pessoalmente e que tinha dele a melhor impressão[256]. O General Mattos complementa o discurso dizendo recebeu recentemente uma carta de Roser, que a caracterizou como emocionante, dizendo que não pedisse nada para ele, porque não queria deixar outros bolsistas prejudicados. Essa fala de Roser demonstra como estava a trabalhar pelas bolsas para a católica e queria usar sua aproximação para consegui-las.

Em seguida, Costa Ribeiro pede a palavra e apresenta o cientista Padre Roser para a plenária, invocando notas de sua biográficas: ser austríaco; orientado por Victor Hess; participante do seminário de sobre raios cósmicos, em 1941; pesquisas realizadas sobre eletricidade atmosférica no eclipse de Bocaiúva, em 1947; os trabalhos em Chicago, que destacou como de grande importância. Em certo momento, Costa Ribeiro enfatizou quais eram os objetivos científicos do Padre Roser ao regressar ao Brasil e do que precisaria junto ao conselho: "Tem se interessado muito para que se faça no Brasil laboratório de Física Nuclear. Já se dirigiu[257] ao Conselho Nacional de Pesquisas para que fossem concedidas duas bolsas a dois rapazes para estudar esse assunto. De modo que me associo à proposta de auxílio ao Padre Roser".[258]

---

[254] Roser se naturalizou brasileiro em 10 de outubro de 1949.

[255] Ata da 159ª reunião do conselho deliberativo do CNPq, 24/06/1953

[256] A carta é mencionada na plenária, mas não tivemos acesso a ela.

[257] Projeto Bloch-Roser, 28/10/1952, Projeto Roser-Hofstadter, 29/10/1952.

[258] Ata da 159ª reunião do conselho deliberativo do CNPq, 24/06/1953

Nessas palavras do Conselheiro Costa Ribeiro, confirmamos que o projeto de Roser foi encaminhado pelo Reitor ao CNPq, onde o setor responsável tomou conhecimento. No entanto, ele não fora pautado em nenhuma reunião anterior. Entre a carta que reitor envia a Roser comentando o reenvio do projeto a Álvaro Alberto, e a atual reunião em que o General apela ao conselho, ocorrem cerca de 12 reuniões. As primeiras presididas pelo Almirante Álvaro Alberto e as demais pelo Coronel Orlando Rangel[259]. Uma possível explicação para que os projetos não fossem pautados nas reuniões é que primeiro eram encaminhados para análise dos departamentos técnicos-científicos do conselho, que precisavam exarar um parecer antes de serem levados à plenária, por isso Costa Ribeiro, Diretor Técnico-científico, tinha conhecimento do assunto[260]. Com tantos assuntos e projetos que se discutiam nas reuniões, é possível que não tenha dado tempo de concluir a análise da proposta encaminhada por Roser.

O conselheiro Luís Cintra Prado, físico da Escola Politécnica de São Paulo, membro do CBPF e Academia Brasileira de Ciência, esteve na visita à Stanford em 1952, e quis dar sua contribuição ao assunto trazido por Mattos:

> Nessa ocasião não somente estava ele [Roser] trabalhando com grande entusiasmo no laboratório de estudos nucleares, como também os demais professores e cientistas daquele centro davam real importância ao seu trabalho. De modo que de fato vale a pena o Conselho auxiliar o padre Roser, sobretudo agora, quando ele está tratando de assuntos que são interessantes em sí mesmos e poderão ser continuados aqui no Brasil, com vantagens para o desenvolvimento de outras pesquisas junto a nós. Muito obrigado. [261]

Na sequência, outro conselheiro faz uma advertência, o Engenheiro de Minas do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Mario da Silva Pinto (1907-1999), ponderando sobre a necessidade da formalização de uma proposta a ser apresentada à plenária. Ele mostrou-se favorável a concessão de um auxílio ao Padre Roser, e orientou que o Conselho deveria conferir-lhe uma tarefa que justificasse o adjutório. Bernardino responde que a primeira parte do parecer de Mário Pinto já estava consolidada em seu relatório.

Situações parecidas com a de Roser eventualmente ocorriam, ou seja, a maioria dos conselheiros seriam favoráveis a uma causa, mas a burocracia acabava impedindo que se decidisse sem ter uma proposta concreta[262]. Esse foi o encaminhamento do Engenheiro José

---

[259] Atas do Conselho Deliberativo do CNPq, 1953.

[260] Não encontramos no acervo do CNPq, no MAST, registro do relatório do J.C. Ribeiro.

[261] Ata da 159ª reunião do conselho deliberativo do CNPq, 24/06/1953

[262] Ata da 159ª reunião do conselho deliberativo do CNPq, 24/06/1953

Batista Pereira[263], que entedia que a manifestação da plenária já seria suficiente para casos notáveis e imediatos, como o de Roser. Após ouvir os conselheiros sobre a questão apresentada pelo General Mattos, o Presidente da sessão encerra dizendo que o julgamento ocorrerá a partir do recolhimento dos pareceres da Direção-Técnico Científica.

No dia seguinte, ocorrera a centésima sexagésima reunião do conselho, O assunto levado por Bernardino de Mattos sobre os projetos de Roser foram finalmente julgados. Destaco que foi tratado de forma premente na reunião. O presidente da sessão inicia o julgamento do processo enfatizando a sensibilização provocada pelo Gal. Mattos ao solicitar auxílio ao padre: "Um dos assuntos que mais empolgaram o Conselho, foi o apelo patético[264] de gal. Bernardino de Mattos, a favor do Padre Roser. Prometi que o processo viria hoje a Plenário devidamente informados, e aqui está ele, sob o nº 1236/53."[265]

A proposta formalizada e apresentada aos conselheiros na plenária não comtemplava o seu maior desejo, o envio de bolsistas para trabalhar com Felix Bloch no projeto de indução nuclear. O mérito de sua proposta deu lugar a sensibilização de sua situação em Stanford, por conta da falta de remessas da Católica por questões cambiais, desde fevereiro. O veredito da plenária não levou em consideração o fato de que se tratava de um jesuíta, e que estava habituado a viver com pouco, devido ao voto de pobreza que fazem e que continuaria sua missão independente dos recursos liberados. Naquele momento, seus objetivos eram de cumprir o combinado com o professor Bloch, mas infelizmente daquela maneira não seria plenamente possível pela carga e complexidade do trabalho e dedicação que o projeto demandava.

A proposta concedia o auxílio a título de serviços prestados ao Conselho. Essa foi a condição encontrada pelos conselheiros para que ele pudesse receber a subvenção por seu trabalho em Palo Alto. Embora tenha obtido recursos para se manter por mais tempo em Stanford, isso não resolveria a situação com Bloch, de treinar outras pessoas nos conhecimentos da indução nuclear, no qual tinha objetivos futuros de montar um laboratório de pesquisa no Rio de Janeiro. Assim, Roser já sabia que não conseguiria dar conta desse trabalho sozinho. Ele decidiu deixar esse projeto em suspensão até a chegada de um futuro bolsista, de preferência da Universidade Católica. A decisão que tomou foi emplacar o projeto com Hofstadter, em que poderia obter resultados mais rápidos, de modo a justificar os investimentos do conselho.

---

[263] Sem referências encontradas.

[264] Apesar do termo nos tempos atuais parecer pejorativo, entendemos que seu significado no texto seja de comovente.

[265] Ata da 160ª reunião do conselho deliberativo do CNPq, 25/06/1953

Costa Ribeiro contou ao conselho que o Reitor da PUC estava muito angustiado por não poder mais enviar as remessas da companhia a Roser, e que a concessão desse recurso estaria sendo encaminhado em tempo oportuno. Importante informar, que Roser havia guardado todo o dinheiro que havia recebido da Companhia de Jesus até aquele momento, 14 remessas de $ 150,00, perfazendo a quantia de $ 2100,00[266], para compra de materiais de laboratório, livros e outros equipamentos. As remessas da companhia eram esporádicas, pois até Roser passar a receber do CNPq, em julho de 1953, passaram-se 42 meses, o que daria uma remessa a cada 3 meses.

O General Mattos chama atenção do Presidente da sessão plenária e dos conselheiros para o fato de que Roser nunca lhe pedira nada, pois temia ter que interromper os trabalhos que realizava em Stanford. A proposta, conforme o parecer da direção de finanças, foi aprovada por unanimidade. Sendo a vigência do auxílio de um ano. Salientamos que, apesar de buscarmos o parecer que foi lido na plenária, não encontramos tal documento no acervo do CNPq disponível no MAST-RJ.

Poucos dias depois, Roser recebeu a notícia do Irmão Caiuby, que trabalhava no setor financeiro da Companhia de Jesus, lhe comunicando sobre a decisão do CNPq em remunerá-lo, o que lhe permitia continuar investindo em equipamentos. Consequentemente, seu trabalho sairia do anonimato e a comunidade científica brasileira conheceria o padre jesuíta que estava trabalhando com cientistas de primeira linha em Stanford.

Se Roser não conseguiu diretamente concretizar seus planos iniciais de levar bolsistas da Católica para o Laboratório de Bloch, como havia planejado, por outro lado, mostrou que o programa de pesquisa que desenvolvia tinha mérito e que estava na vanguarda científica, potencial para ser desenvolvido como programa de pesquisa a ser desenvolvido em nosso país. Mais que o recurso que receberia pelos próximos dois anos, este justificava seus esforços em tempo e dinheiro, em nome do projeto maior que era o Centro Científico da Universidade Católica, que com a criação do Campus Gávea passaria ser considerado como Instituto de Física. “[O] R.P. Velloso acabou de estar com o prof. Joaquim da Costa Ribeiro, que lhe deu a boa notícia de que iria remunerar os importantes trabalhos que V.R. está fazendo no interesse do país, à vista do relatório que receberam por intermédio do general que esteve aí.”[267]

Enquanto isso, no Rio de Janeiro, as construções do Campus Gávea seguiam, o primeiro pavimento já havia sido construído, mas a campanha para doações não havia decolado da

[266] Carta de Roser a Padre Velloso, Nova York, 13/10/1955, APBCJ.

[267] Carta do Irm. Caiuby para Roser, 11/07/1953.

maneira que esperavam, o valor arrecadado até aquele momento estava aquém do esperado, se comparado a outras campanhas realizadas em diferentes instituições católicas. Segundo o Irmão Caiuby[268], ainda que as doações não estivessem no ponto que desejavam, não havia mais a necessidade da compra de equipamentos para os laboratórios dos cursos, pois os que já haviam chegado eram suficientes para o atendimento dos cursos da Escola Politécnica. Contudo, Roser trabalhava com outras perspectivas e ideias científicas diferentes das praticadas no Brasil[269]. Na seção seguinte, apresentaremos e discutiremos o trabalho realizado para o Conselho sob a supervisão e orientação de Robert Hofstadter.

4.8 DE VOLTA AOS CINTILADORES NOS LABORATÓRIOS DE STANFORD: O TRABALHO COM ROBERT HOFSTADTER

Com uma nova missão, agora custeada pelo CNPq, Roser coloca em suspensão as pesquisas com Bloch passando a trabalhar com outro professor do departamento, Robert Hofstadter, especialista em detecção de partículas de alta energia através de cintiladores. Essa oportunidade de trabalho era aguardada por Roser, há algum tempo. Ele já tinha conversado com o Padre Velloso que não deveria ter deixado esse tipo de pesquisa, pois havia ganhado profundidade no assunto, além de achar esse tipo de pesquisa ideal para suas pretensões na Católica, por ser de fácil aplicação e de baixo custo se comparado à indução nuclear. Para uma melhor compreensão do tipo de pesquisa que Roser realizou nessa segunda fase de investigações na Califórnia, na sequência desta seção, vamos apresentar aspectos da trajetória de Robert Hofstadter e o contexto do início da relação profissional dele com Roser, para que na continuação da seção possamos apresentar as pesquisas realizadas e seus resultados.

4.8.1 Notas biográficas de Robert Hofstadter

O americano Robert Hofstadter (Figura 26), nasceu em 1915 em Nova York, tornou-se professor associado de Stanford em 1950, quando o então colega de trabalho dos tempos da Universidade da Pensilvânia, Leonard Schiff, Diretor do Departamento de Física, lhe ofereceu vaga como professor-pesquisadores na universidade do Palo Alto. Hofstadter teve uma vida acadêmica destacada desde seus estudos iniciais, ganhando muitos prêmios acadêmicos. Sua

[268] Idem à nota de 2676

[269] Carta de Roser para o Reitor, Santa Clara, Califórnia, 25/01/1953, APBCJ.

graduação foi no College City New York, que terminou com o diploma de magna cum laude. Premiado pela GE Company com bolsa para cursar a pós-graduação em Princeton, onde recebeu os diplomas de mestre e doutor, de 1935 a 1938 (HERMAN, 1995).

Figura 26- Robert Hofstadter (1960)

Fonte: nobelprize.org

Em seu pós-doutorado na Universidade de Princeton, em 1939, começou a trabalhar com fotocondutividade em cristais, que o levou a descoberta de correntes escuras de aquecimento. A experiência com cristais seria crucial para o trabalho com cintiladores, que começou logo após a descoberta de Kallmann sobre cristais cintilantes, em 1947. No ano seguinte, após aprender sobre essas pesquisas de Kallmann com naftaleno, Hofstadter percebeu que o iodeto de sódio (NaI), ativado por tálio, tinha eficácia superior como contador de cintilação. Com suas pesquisas, Hofstadter pode medir inicialmente energia dos raios gama (HOFSTADER, 1948). De acordo Friedman e Little, as melhorias produzidas em seu cristal devem-se a três fatores: alta transparência do material para sua própria emissão fluorescente; alta densidade de NaI em relação aos materiais orgânicos; e a presença do iodo, elemento de

peso atômico elevado, que tornava o composto muito mais eficaz na interrupção dos raios gama (LITTLE, 2001).

Nos primeiros três anos, em Stanford, Robert Hofstadter estendeu as aplicações dos contadores de cintilação para estudos de Raios X, nêutrons, partículas alfas e múons. Trabalhou com diferentes estudantes de pós-graduação e pesquisadores associados no Laboratório de Física de Altas Energias (HEPL). Segundo Herman (HERMAN, 1995), a relação com Bloch era muito próxima, tornaram-se grandes amigos. Eles avaliavam problemas físicos com visões bem próximas, e sempre davam sugestões perspicazes em problemas que outro estava envolvido. Hofstadter, na mesma temporada, começou a trabalhar no projeto sobre espalhamento elástico de elétrons que o levaria ao Prêmio Nobel em 1961, dividido com R. Mossbäuer. (NOBEL PRIZE, 2022)

4.8.2 O retorno as pesquisas com cintiladores

O entusiasmo de estar em Stanford podia ser sentido nas primeiras cartas tocadas com o Padre Velloso, o Reitor da PUC[270] [271]. A indução nuclear era um assunto de vanguarda e ele seria o primeiro especialista nesse tipo de pesquisa no Brasil. Um campo promissor para investigações na física, química, biologia e medicina. A possibilidade de estar numa universidade que só crescia com professores de elevado gabarito científico estimularam muito o dedicado Pe. Roser. A possibilidade de colaborar com o CBPF através do futuro centro de pesquisa da PUC, o qual tinha a missão de fundar, lhe pareceu o caminho para o início desse projeto, e da futura consolidação das pesquisas na Católica.

> Quanto este último [CBPF] sou o encarregado dele do setor de indução nuclear e estou as voltas com uma fábrica aqui para a construção do referido equipamento que subira nuns 25 000 dolares [sic]. Esta coisa me prende não pouco, mas é o elo que nos manteremos a ligação da católica com os outros institutos no Rio.[272]

Contudo, a carga de estudo e o trabalho em Stanford, com Bloch, as dificuldades de execução das pesquisas tanto pela complexidade do maquinário, quanto pelos custos, trouxeram-lhe a certeza de que seria necessário ter mais gente nessa pesquisa, e sem a

[270] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, 25/01/1952, APBCJ.

[271] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, 18/03/1952, APBCJ.

[272] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, 21/07/1952, APBCJ.

subvenção do Estado nessa empreitada seria impossível sua realização depois de seu regresso ao Rio de Janeiro.

> Sinto naturalmente que estou muito aquém daquilo que alguém melhor realmente deveria e poderia fazer, mas estou fazendo simplesmente das tripas coração uma vez que não há outro disponível no momento. [...] Estou pensando, quase [sic], que teria sido melhor mesmo se desde o princípio me tivesse dedicado mais a este setor dos contadores de cintilação. Mas como vim por encargo do Centro [CBPF] para estudar as possibilidades da indução nuclear não pude pular fora disso, sem antes dar conta adequada do recado.[273]

Ele executava a segunda etapa de um plano de estudos definido com César Lattes[274] [275], quando decidiu trabalhar com Hofstadter.

Podemos dizer que alguns fatores o levaram de volta às suas pesquisas no campo da detecção por cristais cintilantes, desenvolvidos em Chicago. Um deles, a oportunidade de frequentar os cursos que queria nos Departamentos de Física e Matemática com a credencial de pesquisador associado; outro fator, o frequente uso do Laboratório de Altas Energias, onde Roser passava horas de seu dia estudando, construindo e aprimorando seus arranjos experimentais; e, certamente, a presença de Robert Hofstadter em ambos os locais contribuíram para que Roser despertasse o interesse de trabalhar com o professor, um dos principais especialista na área de cintiladores, naquele momento.

> Como estou dizendo na carta que mando em cópia, seria muito indicado que eu me dedique ainda, antes de sair aos cristais de cintilação e outras técnicas de medição de partículas e raios cósmicos, acabando o trabalho começado e interrompido por esta indução nuclear. Esta técnica é mais particularmente útil para nossos trabalhos na católica, porque não exige tantos gastos permitindo, entretanto, trabalhos de interesse, tanto no Rio quanto em Chacaltaia[sic]. Tanto o prof. Schein de Chicago quanto o prof. Hofstadter, o especialista daqui, me convidaram a levar daqui um projeto de investigação e seria uma pena não aproveitar essa oportunidade, pois esta manteria a católica em foco no Rio e aqui em ligação com boas universidades e bons professores americanos.[276]

Roser desenvolveu verdadeira predileção pela pesquisa de detecção de partículas através dos cintiladores, ele desenvolvera não só conhecimento teórico, mas técnico na temporada que esteve em Chicago. O resultado de seu trabalho com Theodor Bowen havia provocado avanços no campo da detecção de partículas de altas energias, em pleno desenvolvimento. O ensejo de

---

[273] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, 18/10/1952, APBCJ.

[274] Carta de Roser ao Provincial, Chicago, 27/04/1950, APBCJ.

[275] Carta de Roser ao Provincial, Chicago, 25/05/1950, APBCJ.

[276] Idem à nota 273

trabalhar com o especialista nesse assunto suscitou nele o desejo de retornar as pesquisas no campo de detecção de partículas.

Provavelmente, o início da relação entre eles se deve as classes dadas por Robert Hofstadter no Departamento de Física e do conhecimento de seu trabalho sobre os cintiladores de NaI(Tl) (HOFSTADER, 1948) por parte de Roser, desde os tempos de Chicago, que tiveram alto impacto na área. Dentre as disciplinas que Hofstadter lecionava estavam físicas nuclear e moderna (teórica e experimental)[277]. Disciplinas de interesse de Roser[278]. Encontros diários no High Energy Physyics Laboratory (HEPL)[279] facilitaram a aproximação dos dois. O contato com o professor viabilizou provavelmente trocas frequentes sobre as propriedades e potencialidades dos cintiladores, assunto de interesse de Roser, levando-o ao desejo de continuar com as pesquisas iniciais da estadia em Chicago. Por conseguinte, a bolsa concedida pelo CNPq o fizera decidir pelo trabalho com Hofstadter, por duas razões. A primeira pela familiaridade com assunto e a segunda por saber que não precisaria de outras pessoas para tocar o desenvolvimento do projeto.

O projeto com Bloch, temporariamente suspenso, foi sendo descartado, aos poucos, meses depois, e assim se foram as últimas esperanças de Roser em retomar o projeto com a participação de um bolsista da PUC. Em 1954, Bloch se licenciou de Stanford para assumir a direção geral do CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear), deixando Roser à vontade para se aplicar ainda mais a pesquisa com os cintiladores. O projeto com Hofstadter era mais viável tanto na execução quanto economicamente e com potencial para manter a imagem que o padre construíra junto ao conselho de homem que o honrava o país com seus feitos nos EUA.

Conforme o serviço de documentação do CNPq, o processo para concessão de bolsa foi catalogado como 427/53,[280]. O documento diz que Roser estava dando prosseguimento as pesquisas relacionadas com a técnica e a construção dos contadores de cintilação e de indução nuclear[281], na Universidade de Stanford.

---

[277] Ver seção 0

[278] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, 18/03/1952, APBCJ.

[279] Atualmente é conhecido como W.W. Hansen Experimental Physics Laboratory (HEPL), renomeado desde 1990.

[280] CNPq – Bolsas de Estudos Concedidas no Estrangeiro em 1953 – Divisão Administrativa- Serviço de Documentação.

[281] Entendemos que Roser cadastrou o trabalho com Bloch na esperança de obter recursos para um bolsista de pós-graduação junto ao CNPq conforme proposta encaminhada por ele ao órgão.

4.8.3 O Projeto Roser-Hofstadter

Descreveremos, nesta seção, o conteúdo do projeto[282] que foi encaminhado ao CNPq[283]. Preliminarmente, o documento começa abordando as questões da perda de energia no caso de partículas relativísticas e do efeito de densidade devido à polarização do meio atravessado pela partícula. O projeto faz menção as pesquisas realizadas na área, chamando atenção para a que realizou com Bowen (ROSER; BOWEN, 1952), e também a de Robert Hofstadter (R.HOFSTADER, 1948) que verificaram a teoria vigente com cintiladores diferentes. O primeiro com antraceno e o segundo com iodeto de sódio, ativado com tálio. Ambas as pesquisas foram realizadas com mésons-μ. Roser comenta que pesquisas posteriores, utilizando câmeras de Wilson e chapas fotográficas, chegaram aos mesmos resultados encontrados nos estudos citados. Ressalta-se ainda que seria preciso verificar, com técnica mais apurada, o mesmo caso para outras partículas, como por exemplo os prótons, assim como a teoria mais ajustada ao fenômeno observado, por exemplo a proposta de Fermi (FERMI, 1940).

Ele indica Chacaltaya como um lugar propício para fazer essa investigação, pois possuía elevada porcentagem de prótons naquela altitude (5 400 m). Desse modo, tentava persuadir os conselheiros propondo abrir mais uma linha de pesquisa na estação científica boliviana e brasileira, bancada com recursos brasileiros.

Ele buscou detalhar o arranjo experimental necessário para o desenvolvimento da pesquisa, apresentando uma lista dos seguintes equipamentos a serem comparados para a produção do aparelho de detecção: uma série de cintiladores, fotomultiplicadores, circuitos eletrônicos e imãs para selecionar faixas de energias. Este último acessório foi inserido por Hofstadter em suas pesquisas sobre espalhamento de elétrons, após sua chegada a Stanford, conforme aprendemos na referência (HERMAN, 1995).

Roser explicava que o arranjo se tratava de uma câmera de Wilson sólida, que poderia ser utilizada em outros estudos, por exemplo, em *showers* penetrantes ou em outras pesquisas nucleares, com vantagem de estudos relacionados com a variável temporal, mas não detalha o equipamento o que não nos permite identificar as diferenças para com outras câmeras.

---

[282] Primeira página, Anexo 4

[283] Este documento foi enviado ao Reitor da PUC, em 26/10/1952, para ser reencaminhado ao Conselho de pesquisa como uma proposta científica da Universidade Católica. Esta versão que chega as mãos de Joaquim da Costa Ribeiro através de Álvaro Alberto.

Para execução desse projeto o orçamento dos materiais seria de sete mil dólares. O investimento se justificaria pela multiplicidade de situações em que o dispositivo poderia ser empregado, tanto nos estudos de física nuclear quanto nos raios cósmicos.

Destaca a importância do projeto, enfatizando que seu orientador tinha interesse nas pesquisas pósteras realizadas no Brasil.

> O professor Hofstadter, considerado um dos melhores especialistas no ramo, colaboraria no projeto tanto na construção do aparelhamento como também no planejamento das medições e assegura interesse dele para todo o ulterior desenvolvimento de projetos ligados a essa técnica... Professor Hofstadter se declara pronto para colaboração.[284]

O padre, cautelosamente, alerta que caso o conselho tenha interesse no desenvolvimento do projeto, que seja breve ao dar a resposta, pois as etapas são demoradas, e como teria que regressar ao Brasil até junho de 1953[285], segundo a última liberação de seus superiores jesuítas, seria pertinente que tudo se encerrasse com sua presença em solo americano. Termina o projeto ressaltando a importância do programa proposto e solicitando recursos para o desenvolvimento da proposta. Devemos salientar aqui que esse projeto foi escrito num período bem anterior ao recebimento da bolsa, cerca de 8 meses antes. Reforçamos que ele não tinha interesse na bolsa, mas sim em recursos para viabilizar o aparelho de pesquisa. “Tomo, pois, a liberdade de apresentar este projeto ao Conselho de Pesquisa, pedindo que em vista da grande utilidade de tal técnica queira conceder a necessária subvenção para execução dele.”[286]

Desse projeto inicial sobrou apenas a colaboração com Hofstadter. Como veremos nas seções seguintes, Roser se aprofunda mais em aspectos técnicos da obtenção de medidas, buscando estabelecer melhorias nos pulsos de saída e das propriedades dos materiais cintilantes.

4.8.4 O primeiro trabalho sob a supervisão de R. Hofstadter

Após a concessão da bolsa pelo CNPq a Roser, em julho de 1953, cerca de 5 meses depois, o trabalho supervisionado por Hofstadter foi apresentado na reunião de inverno

---

[284] Projeto Roser-Hofstadter, 26/10/1952, enviado ao Reitor da PUC.

[285] Vale ressaltar que o projeto foi encaminhado sete meses antes de ser contemplado com a bolsa e a sua previsão de retorno ao Brasil era para meados de 1953. Antecipamos aqui que por motivos da crise financeira o CNPq não liberou os recursos para comprar de equipamento em pedidos, já como bolsista.

[286] Idem à nota 284.

organizada pela American Physical Society (APS), por três dias na Universidade de Stanford, com apoio do Departamento de Física.

Esse evento foi inesperadamente grande, com cerca de trezentas inscrições (KAPLAN, 1954). Segundo J. Kaplan (1902-1991), secretário da APS da Costa do Pacífico, naquela edição tiveram duas seções de artigos convidados e relatos que foram publicados na Physics Today do mesmo ano. Ele disse que a comunidade aprovou a divisão do evento que propuseram para edição de Stanford, dedicar um dia inteiro a simpósios sem sobrepor sessões de apresentação de trabalhos. Destacamos que um dos simpósios da edição foi sobre magnetismo nuclear, organizado por Bloch e Schiff.

O trabalho de Roser e Hudson[287] sobre um defletor com fotomultiplicadores foi selecionado para reunião. A sessão, presidida por Paul Kirkpatrick[288], ocorreu logo no primeiro dia do evento (29/12/1953), nas primeiras horas da manhã.

O trabalho apresentava a construção de um defletor de luz especialmente projetado para uso com um fotomultiplicador de grande área (RCA tipo C7157). A função do defletor seria melhorar a uniformidade da altura dos pulsos originados das cintilações provocadas por partículas em regiões próximas ao fotocátodo.

Uma extremidade de 2 polegadas x 4 polegadas x 4 polegadas, a célula cintiladora de líquido foi visualizada pelo painel de 2 polegadas x 4 polegadas. superfície do fotocátodo.

O procedimento experimental consistia na geração de raios gama por uma fonte de cobalto (Co^{60}) colimados através de diferentes partes da célula receptora, as alturas de pulso para eventos próximos às extremidades do fotocátodo foram 14 % menores do que aquelas próximas ao centro do fotocátodo. Com o defletor, essa variação é inferior a 3%. Medições semelhantes usando um RCA 5819, (a) em contato com a célula, e (b) 4 polegadas de distância com um cone fumê e oco, de óxido de magnésio, como um "tubo leve", resultam em uma melhoria de 20% e 4%. Essa melhoria na uniformidade ocorre às custas de uma perda entre metade e um terço da luz coletada pela célula com a diminuição correspondente na resolução (ROSER; HUDSON, 1953)[289].

Em 1954, Roser estava em dúvida sobre a possibilidade de obter recursos para a construção do aparelhamento necessário à sua pesquisa no regresso ao Brasil. Nada obstante,

---

[287] Estudante de pós-graduação do Departamento de Física de Stanford (de 1953 a 1956) e futuro professor do Occidental College (a partir de 1956)

[288] Respeitado professor americano do Departamento de Física da universidade dedicado ao ensino e ao estudo dos raios-x, e que também foi inventor do microscópio de raios-x

[289] A comunicação era curta, o que não nos dá muito mais do que o descrito acima.

ele reclamava também da falta de informação do CNPq em relação aos projetos, assim como todos os bolsistas que estavam no EUA subvencionados pelo mesmo orgão.

A crise do CNPq e do CBPF naquele ano, provocada pelos desvios de dinheiro na gestão do diretor Álvaro Difini, acabou trazendo incertezas para os que dependiam de repasses financeiros para o desenvolvimento de suas pesquisas (ANDRADE, 1999). A corrupção foi denunciada por César Lattes, que demonstrou todo esquema praticado pelo diretor Difini, que recebia os recursos, mas não repassava para os devidos fins, apostando o dinheiro em cavalos (VIEIRA, 2017). A imagem das instituições ficara abalada perdendo o apoio do poder público e dos mecenas que apostavam no desenvolvimento científico brasileiro. Por conseguinte, os recursos ficaram reduzidos. Justamente, quando Roser tentava obter recursos para a compra de equipamentos, essa crise institucional e política fora deflagrada. Foi essa a crise que levou Lattes a se afastar do CBPF, indo em 1955 par aos EUA (VIEIRA, 2017; ANDRADE, 1999).

Sobre a compra dos equipamentos, o padre tinha um plano secundário caso o conselho não manifestasse interesse liberar fomento para a construção do aparelhamento. A ideia seria ampliar o tempo de bolsa, para mais quatro meses, assim poderia juntar parte do dinheiro e comprar alguns equipamentos necessários, que seriam de propriedade da PUC:

> Há outra possibilidade que eu queria propor a V.Rev. Não seria possível perguntar ao Costa Ribeiro se não poderia prolongar a bolsa que tenho, por mais quatro meses. Isto me daria 1000 dólares com os quais poderia fazer seleção razoável deste material, com a vantagem adicional que estão então pertencentes à Universidade Católica. O Conselho já está prolongando as bolsas de todos os demais por um ou mesmo dois anos, por que não poderia continuar também esta por um quadrimestre?[290]

Ele demonstrava-se preocupado em ter que escrever o produto de sua pesquisa[291] para dar satisfação e transparência as ações que desenvolveu naquele período:

> Sobretudo ando aflito com a necessidade de ainda ter que escrever os resultados dos trabalhos efetuados que precisarei tanto para a U.C, como para o Conselho. Um princípio de prestação de conta apresentamos no Congresso da American Physical Society no mês passado, como V.Rev. poderá ver pelo programa que mando em separado.[292]

Roser não se via voltando ao Rio de Janeiro nesse ano de 1954, conforme combinado com o Reitor. Primeiro porque a bolsa terminava em julho e ele estava sinalizando para uma

[290] Carta ao Reitor, 15/01/1954

[291] Pagina com Trabalho de Roser no Boletim da APS, Anexo 5

[292] Idem à nota 289

possível prorrogação; havia o projeto Roser-Schein que dependia de sua permanência por um tempo no Carnegie Instituition, em Washington, para aprender sobre o uso do equipamento, uma câmara de nuvens[293]; precisava de férias; por fim, precisaria de algum tempo para fazer trabalhos religiosos e juntar dinheiro para voltar ao Brasil.

Enquanto isso, no Rio de Janeiro, a PUC colocava para tramitar no Ministério da Educação o curso de Ciências. Roser aprovou o projeto da instituição. O parecer do órgão estatal levaria certo tempo ainda para ser autorizado. Desse modo, ganharia mais tempo, podendo permanecer por período maior para finalizar seus projetos.

De volta ao problema de apoio às pesquisas, as dificuldades em conseguir bolsistas para dar continuidade aos seus projetos científicos na Católica, Roser começa a olhar de forma interna para a própria companhia, sugerindo que o Padre Leopoldo Hainberger S.J (1908-1988), o ajudasse na parte química, não mais nos momentos nucleares, mas sim na parte de cintiladores. O colega havia estudado química na Áustria, numa missão equivalente à realizada por Pe. Roser nos EUA. Naquele momento, acabara de voltar ao Brasil e começara um trabalho de tese com Fritz Feigl[294] (1891-1971), a qual defenderia na Áustria em 1958. A sugestão dada ao Padre Velloso seria:

> Esta última atividade sobre contadores luminescentes, além de ser coisa de grande atualidade e aplicação imediata no programa atômico no Brasil, ofereceria também uma boa oportunidade para o Padre Hainberger colaborar e deitar [sic] assim uns certos fundamentos de uma futura repartição de química e será necessária mesmo, mais cedo ou tarde.
>
> Ele está interessado em substâncias orgânicas fluorescentes e irá trabalhar numa tese com o prof. Feigl. Ora os contadores cintilantes, em todas as suas modalidades e futuros desenvolvimentos, estão baseados praticamente nisto e um físico sempre necessitaria de um químico ao lado para fazer coisa útil.[295]

A ideia de um departamento de pesquisa integrado acompanhava Roser em seus planos científicos para a Católica. Algum tempo depois, voltou a mencionar a participação do Padre Hainberger nos projetos de pesquisa que desejava tocar em seu regresso ao Brasil: "Os cintiladores também nos permitirão uma colaboração com o futuro departamento de química, onde se poderão efetuar pesquisas sobre fluorescência e luminescência de tanta importância nos cintiladores. Parece que o P. Hainberger está trabalhando nessas coisas com Prof. Feigl."[296]

---

[293] Carta ao Reitor, 15/01/1954

[294] Militar, professor, químico e pesquisador austríaco, naturalizado brasileiro

[295] Carta ao Reitor, 15/01/1954

[296] Carta ao Reitor, 28/09/1954.

Na década de 1960, essa colaboração vai acontecer entre os dois cientistas através dos seus institutos, em pesquisas sobre a radioatividade natural que serão abordadas no próximo capítulo desta tese.

Os planos de Roser em conseguir prorrogação da bolsa se concretizaram na sessão 201ª do conselho deliberativo do CNPq, presidida pelo Cel. Armando Dubois. O conselheiro Joaquim da Costa Ribeiro, em nome do departamento técnico-científico levou à plenária a solicitação do Pe. Roser de continuação da bolsa em valores menores que os praticados pelo conselho, com finalidade de utilizar o recurso para compra de equipamentos para sua pesquisa. Costa Ribeiro buscou liberar os recursos almejados por Roser para a compra dos equipamentos necessários à pesquisa e a bolsa, mas outras comissões vetaram os recursos para compra do equipamento, por questões financeiras. O parecer parcialmente favorável foi lido por Costa Ribeiro:

> O Setor de Pesquisas Físicas considera que esse procedimento não é muito justo e propõe que se conceda a prorrogação da bolsa e mais uma verba U$ 2000.00 para aquisição de equipamento. O Parecer da Comissão de Ciências Físicas e Matemáticas. É no sentindo que se prorrogue a bolsa e que a concessão dos recursos fique adiada para outra oportunidade em que as possibilidades financeiras do Conselho sejam mais favoráveis. Nesse sentido concorda a Comissão de Finanças.[297]

4.8.5 Os relatórios encaminhados

"De acordo com o #2 [parágrafo 2] do contrato proposto pelo Conselho Nacional de Pesquisas, tomo a liberdade de submeter este primeiro relatório que abrange o período de Julho e Agosto pp."[298]

O termo de concessão de bolsa do CNPq[299] enviado ao Padre Roser, assinado pelo conselheiro Costa Ribeiro[300] (Erro! Fonte de referência não encontrada.), informava o valor dos p roventos que lhe seriam pagos pelo trabalho, sobre os cintiladores, realizado em Stanford para o Conselho de Pesquisas, duzentos e cinquenta dólares mensais.

---

[297] Ata da 201ª sessão do conselho deliberativo do Conselho Nacional de Pesquisas, 26/03/1954

[298] Relatório sobre trabalhos executados com os contadores de cintilação entregue ao CNPq, 24/08/1953

[299] Termos do acordo proposto pelo Conselho Nacional de Pesquisas ao professor padre F. X. Roser, referente à Bolsa de Pesquisa concedida, 5/08/1953

[300] Termo de concessão de bolsa, Anexo 6.

O compromisso assumido precisaria do envio de relatórios trimestrais e um relatório final, contendo as etapas que estavam sendo cumpridas e o que ainda estava por fazer. Caso tivessem publicações, as mesmas deveriam ser encaminhadas ao conselho com dois exemplares. O termo ainda dizia que os direitos sobre patentes ou sua exploração e outras vantagens, por venturas resultantes da pesquisa realizada deveriam ser divididas em três partes: o CNPq, o bolsista (no caso Roser) e um fundo em nome do CBPF. A bolsa teria duração de 12 meses.

4.8.5.1 Relatório 1

O primeiro[301] dos três relatórios encaminhados ao CNPq apresentava um panorama do plano de execução do seu projeto com Robert Hofstadter sobre o estudo dos cintiladores. A proposta consistia na construção de seis cintiladores líquidos e sólidos arranjados em pilhas com aparelhamentos eletrônicos completos.

O arranjo experimental apresentava várias funcionalidades e aplicações para pesquisas de partículas de altas energias, tais como: câmera de Wilson; telescópio direcional para raios cósmicos; dispositivo apropriado para determinação da lei de perda de energia de partículas relativísticas em material absorvente; e para estudo dos próprios cristais.

Roser buscou destacar a aplicabilidade das suas pesquisas no campo atômico-nucleares:

> A extensão vasta da aplicabilidade dos cristais em pesquisas atômicas e nucleares e demonstrada claramente por dois trabalhos recentes de Stanford, que remeto inclusos, dos quais um se refere ao estudo da estrutura dos showers em material sólido, e o outro a exploração da estrutura dos núcleos por meio de difração dos elétrons energéticos.[302]

Não há referências no relatório de quais seriam os artigos encaminhados, porém numa pesquisa ao principal periódico de física da época. Baseado nas descrições dadas por Roser, pesquisamos as edições da Physical Review, próximas ao período em que Roser escreve o relatório. Concluímos que os artigos eram do Professor Hofstadter. O primeiro, uma publicação sobre a construção de telescópio direcional, em que são empregados três cristais de NaI(Tl) para estudos de perdas de energia experimentadas por mésons-μ (HOFSTADTER, 1952). O segundo, sobre uma determinação experimental da energia produzida em chuvas iniciadas por elétrons de cobre, na faixa de 118 a 157 MeV, com cristais de CsBr acoplado a fotomultiplicadores (HOFSTADTER, 1953).

As primeiras atividades dele como bolsista foram dedicados a preparação dos cristais líquidos com seus recipientes de lucite e seus refletores de óxido de magnésio. Os cristais têm dimensão de (10x10x5) cm e consistam em uma mistura com líquidos orgânicos; montagem dos fotomultiplicadores; montagem do aparelhamento eletrônico; construção e montagem do telescópio. Aferimento das diferentes partes do arranjo experimental.

---

[301] Relatório sobre os trabalhos executados com os contadores a cintilação, Stanford, 24/08/1052, APBCJ.

[302] Relatório sobre os trabalhos executados com os contadores a cintilação, Stanford, 24/08/1052, APBCJ.

Sua expectativa era que no próximo trimestre inicia-se as medições para verificar as teorias de Enrico Fermi (1901 - 1954), Otton Halpern (1889-1992) e Gian-Carlo Wick (1909-1992) a respeito do efeito de densidade na curva de perda de energia de partículas relativísticas, assunto que já havia tratado no seu trabalho com Bowen em Chicago, quando trabalhou com cristais de antraceno (ROSER; BOWEN, 1951); e refinar as medidas com uso de imãs, que ainda estavam sendo construídos no laboratório.

Roser termina o primeiro relatório chamando a atenção de que estava trabalhando em um projeto do Departamento de Física de Stanford, subvencionado pelo Escritório Naval de Pesquisa (ONR) americano, e que poderia duplicar certas partes do equipamento com parte dos recursos da bolsa que recebia, mas que outras partes precisariam de subsídios mais robustos.

Explicando: esse relatório foi entregue apenas um mês após a formalização de seu contrato com CNPq, pois Roser já havia alinhado com Hofstadter um projeto de pesquisa meses antes. Ser explicativo era uma das características de Roser, confirmado pelas suas correspondências com os superiores jesuítas, não seria diferente com órgão financiador, ainda mais com expectativa de receber recursos tão importantes para sua missão do centro científico oriundo de órgãos governamentais.

4.8.5.2 Relatório 2

No outro relatório[303], que poderia ser considerado como do primeiro trimestre, entregue ao Conselho de Pesquisa, Roser começa destacando a importância dos cintiladores, suas propriedades e suas aplicações. Na sequência, apresenta o contexto histórico das pesquisas sobre o assunto, com destaque às pesquisas de Hofstadter.

No decorrer do relatório, ele comunica que está trabalhando com o professor Hofstadter, cujo laboratório recebe subvenção da AEC e da ONR para a realização de pesquisas no campo da Física Moderna.

Roser explica que seu trabalho se constituía de duas partes: a primeira parte instrumental, onde se preparava a composição com os cristais, fotomultiplicadores, circuitos eletrônicos e imãs. Destaca que no primeiro semestre estava atacando o problema dos contadores líquidos de largas dimensões que poderiam fornecer pulsos não homogêneos. A hipótese de Roser para o problema estaria em partes no próprio fotomultiplicador. A solução encontrada para esse problema deu origem ao trabalho apresentado na APS (ROSER;

[303] Relatório encaminhado ao CNPq, Memoradum, Stanford, Santa Clara, Califórnia, 12/11/1953, APBCJ.

HUDSON, 1953). Há no documento, mais uma vez, um pedido formal para construção de equipamentos que pudessem ser levados ao Brasil, evitando começar do zero quando regressasse, o que não ocorreu em tempo algum. Segundo ele, isso pouparia energia, tempo e dinheiro, já que tinha acesso aos melhores laboratórios, oficinas e pessoal técnico de apoio.

A segunda parte de seu trabalho seria aplicar a técnica dos contadores de cintilação para algumas investigações específicas, como por exemplo a verificação da perda de energia de partículas relativísticas. Ele esclarece que esse assunto, dos diferentes processos fundamentais que dão origem a essa perda de energia, ainda estava em discussão na física teórica.

A técnica também poderia ser utilizada para o estudo da composição da radiação cósmica primária e outros pontos. Destaca que a pesquisa sobre cintiladores seria oportuna para programa de pesquisa brasileiro, com aplicações diretas no Laboratório de Chacaltaya na detecção de prótons. Aponta ainda para outra possibilidade do equipamento que poderia ser acoplado a cíclotrons para medições nucleares.

Roser finaliza o relatório salientando aos membros do conselho que ter publicações não seria tudo, porque se ao regressar para a terra natal o pesquisador não tiver as mesmas ferramentas para continuar suas pesquisas, os resultados não apareceriam. Dito isso, mais uma vez, se coloca à disposição para produzir peças nos laboratórios de Stanford, bem como levar para o Brasil determinadas peças fundamentais: Telescópio de cintiladores com os circuitos de coincidência e um delay; um simulador de pulsos; um amplificador linear e um diferencial pulse analyser.

Ele também procurava sempre frisar aos membros do conselho que tudo que propunha tinha o aval do professor Hofstadter que havia calculado o valor aproximado para a seleção de equipamentos apresentada pelo aluno: dois mil e quinhentos dólares. Todavia, Roser pondera sobre o possível investimento mostrando ter conhecimento sobre o momento financeiro que passava o conselho:

> Sei naturalmente qual a situação do Brasil, no momento, em ponto de finanças. Parece, porém, que esta soma seria bem empregada assim mesmo, pois pagará dividendo amplos em tempo e dinheiro mais tarde, ao dar a possibilidade de se efetuarem trabalhos e medições que de outro modo teriam que ficar em mero projeto.[304]

Apesar de ser claro quanto às propostas apresentadas, Roser ficou alguns meses sem resposta do conselho. No entanto, o mérito de seu projeto foi analisado pela Divisão de

[304] Memorandum, segundo relatório enviado por Roser ao CNPq, 12/11/1953

Pesquisas Físicas, dirigida por Costa Ribeiro, e aprovada. Contudo, outros setores não aprovaram por conta da crise financeira que assolava o CNPq[305] (ANDRADE, 1999), como visto na seção 4.8.

Com base no acordo firmado para a concessão de bolsas, Roser deveria ter enviado ao conselho cerca de cinco relatórios, além dos relatórios apresentados aqui, os quais não tivemos acesso a todos. Um dos documentos nomeado por Memorandum consideramos como o relatório final, pois nele encontramos agradecimentos, breve resumo das atividades realizadas no período de Stanford e autorização para destinação dos recursos auferidos, encaminhado diretamente ao Presidente do Conselho de Pesquisas, o Almirante Álvaro Alberto, o qual discutiremos a seguir.

4.8.5.3 Carta de agradecimento ao Alm. Álvaro Alberto

Nesse último relatório-carta[306], ele demonstrou toda sua gratidão para com os proventos recebidos por sua jornada científica em Stanford.

> Tendo eu chegado ao fim do prazo para qual me fora concedida a bolsa estudos pelo Conselho Nacional Pesquisas, tomo a liberdade de expressar meus sinceros agradecimentos pela generosidade do auxílio recebido apresso-me a dar conta (de acordo com os estatutos) dos objetivos procurados, de junho 1953 até janeiro 1955, durante o qual chegaram 20 remessas mensais do Conselho.[307]

Com motivações de propagandear os futuros cursos científicos da PUC, Padre Roser buscou apresentar ao Almirante seus objetivos de estudos em Stanford: ensino, estrutura organizacional e pesquisa. Na parte dedicada ao ensino, salientou a importância da atualização dos currículos científicos nas escolas brasileiras, informando que Universidade Católica se alinhava dentro desses princípios para oferta de seus cursos. Em termos de estrutura organizacional, Roser destacou a importância de seguir os currículos estrangeiros para uma modernização dos currículos nacionais possibilitando o protagonismo dos estudantes, em vez de centrar no conteúdo do professor.

No terceiro e último ponto da pesquisa, apresentou seu itinerário científico em Stanford, falou sobre a importância do seu campo de pesquisa para a matéria atômica. Discutiu sobre a

---

[305] Ata da 201ª sessão do conselho deliberativo do Conselho Nacional de Pesquisas, 26/03/1954

[306] Relatório final, encaminhado ao Presidente do CNPq, 19/02/1955

[307] Relatório final, encaminhado ao Presidente do CNPq, 19/02/1955

necessidade de diálogo entre áreas científicas, integração maior de projetos de pesquisa a Química, Física e Biologia.

> Passei ano e meio no departamento de indução nuclear do prof. Bloch, trabalhando juntamente com Arnold e Anderson no estudo do espectro hiperfino de certos compostos orgânicos. [...] Devido a permanência de tempo e pelo fato de eu considerar a ocupação com os contadores mais essencial para meu caso, não permaneci neste departamento até a conclusão deste trabalho. [...] Para se poder usar este método [indução nuclear] eficientemente em pesquisas atuais, será preciso ainda ajuntar um pequeno grupo de físicos e químicos interessados em problemas de espectroscopia de radio-frequência [sic] e micro-ondas [...] precisamente para este feitio de ligar intimamente, física, química e mesmo a biologia. [...] Voltando para a física de partículas e dos fenômenos radio-ativos [sic], passei outro ano e meio no W.W. Hansen High Energy Laboratory de Stanford para a) continuar o trabalho sobre a perda de energia relativística começado anteriormente no departamento do professor Schein de Chicago [...] trabalhei, assim, no departamento do prof. Hofstadter com A. Hudson no problema de verificar o efeito da densidade (comprovado previamente nos sólidos) também para o caso dos líquidos.[308]

Essa proposta não era nova, para Roser. Antes de começar o seu périplo pelas universidades americanas, em seu ensaio sobre a Física e a Filosofia Natural (ROSER, 1946), ele propõe essa interdisciplinaridade para evitar o conhecimento particularizado.

> a ciência física poderá usar a biologia a encontrar numa teoria quantística análoga, certamente muito mais aprofundada, a passagem para aquela racionalização e matematização a que, como ciência de forma materiais, está sujeita. Porém, devido à enorme complexidade, somente nos problemas mais simples e mais periféricos se tem conseguido algum resultado por enquanto (ROSER, 1946).

Outro ponto crucial para Roser seria a possibilidade de colaboração entre pesquisadores no Brasil. Ele destaca que, em Stanford, havia outros pesquisadores, bolsistas brasileiros, sem mencionar quem seriam, em áreas afins à dele, que poderiam, no futuro, trabalhar nos mesmos projetos, acreditamos que poderiam ser militares que também estavam em Stanford. O padre aproveita para agradecer também as ações do conselho de pesquisa no âmbito das visitas de inspeção ocorridas no período em que esteve lá, para ele isso é de grande valor, pois serve de orientação, coordenação e pelo encorajamento que elas trazem aos bolsistas.

Finalmente, Roser pede autorização ao conselho para o uso dos recursos fins de compra de equipamentos, pois os valores concedidos eram para a manutenção do bolsista no país de destino (exemplo: aluguel, alimentação e transporte). Ele explica que reduziu as despesas pessoais enquanto esteve sob a subvenção do conselho, recebendo a bolsa, produzindo desse modo, um acúmulo de capital. Um desses fins seria cobrir as despesas do período enquanto estivesse em Nova York, para custear a estadia do período com o antigo professor, Victor Hess.

[308] Idem à nota 307

Roser estava interessado nas técnicas de medição da radioatividade do solo. (ver capítulo 5). Outra destinação para os recursos seria a compra de equipamentos necessários para o desenvolvimento da sua pesquisa no Brasil.

4.8.9 A publicação dos resultados das pesquisas com Hofstadter: Acta Physical Austriaca e Science

4.8.9.1 Acta Physical Austriaca

No segundo semestre de 1954, quando já havia deixado o campus de Stanford e se preparava para cumprir os últimos compromissos de sua agenda, no Campus da universidade jesuíta de Santa Clara, Roser redigiu um artigo robusto sobre suas pesquisas no campo das técnicas de detecção de partículas através de cintiladores para a revista científica Acta Physical Austriaca (ROSER, 1955), criada pela Sociedade de Física da Áustria [309](Erro! Fonte de r eferência não encontrada.).

Os anos americanos, em especial Stanford, foram importantes na formação de sua cultura científica. Através do artigo, notamos uma evolução na sua maneira de expressar os conceitos pertinentes ao seu campo de pesquisa. Observamos destreza conceitual em sua redação, na qual, de maneira pormenorizada, discutia muitos aspectos da física quântica e das recentes pesquisas que estavam sendo desenvolvidas em meados do século XX.

O artigo apresentava as potencialidades do novo método de detecção de partículas através de contadores de cintilação, no qual pesquisava em cooperação com Alvin M. F. Hudson[310] (1923-2018), sob a supervisão de Robert Hofstadter. Nesse texto, discutiu-se os tipos substâncias a serem empregadas, os tipos de arranjos conhecidos e os fundamentos teóricos que embasam seu funcionamento. O artigo discutiu os problemas subjacentes e as várias soluções apresentadas até aquele momento. Entre outras coisas, apresentou, pela primeira vez, o exame de um método que oferecia bons resultados ao se usar amplificadores com uma espessa superfície de cátodo.

O trabalho fornecia um texto introdutório apresentando os principais fundamentos aos interessados em desenvolver pesquisas nesse campo. Abordou-se de maneira pormenorizada

[309] Capa do artigo, Anexo 7.

[310] Aluno de Pós-Graduação em Stanford, sob a orientação de Robert Hofstadter. Professor Occidental College.

muitos aspectos da natureza dos cristais, das técnicas à época empregadas e dos equipamentos necessários para a composição dos arranjos experimentais.

Na parte introdutória, apresentou as vantagens dos contadores por cintilação frente aos conhecidos contadores Geiger-Müller, salientando a necessidade da vantagem de melhores registros de energia para partículas da radiação quântica, imprescindível para pesquisas em raios cósmicos, por exemplo. Embora os cristais tenham se mostrado apropriado para esse tipo de pesquisa no campo atômico, ainda se buscavam melhores ajustes.

Na época, os contadores de cintilação aparentavam problemas relacionados às medidas obtidas pela técnica. Melhorar a altura dos pulsos de saída era o que Roser estava perseguindo em suas pesquisas. No artigo ele discutiu preliminarmente alguns postos-chave para atacar esse problema, dividindo o artigo em três partes: a) a capacidade do material para excitação fosforescente; b) a coleta e a transmissão do sinal luminoso; c) a sensibilidade catódica e o ganho do fotomultiplicador.

Na parte intermediária do texto, examina as propriedades físicas dos materiais cintilantes, explicando o processo de luminescência das substâncias sólidas e líquidas. Aponta que as substâncias orgânicas, como di-fenil-hexatrieno e algumas outras, podem oferecer melhorias na altura dos pulsos. Essas substâncias são chamadas de cintiladores líquidos.

Em seguida, afirma que seria possível obter uma resolução ideal no medidor através dessas substâncias. Para isso, parte da premissa de se ter boa quantidade de luminescência e, desse modo, uma boa altura de pulsos de saída. Explicou que a quantidade de luz no contador é melhor usada encurtando caminhos dos raios tanto quanto for possível, enquanto a uniformidade dos pulsos é protegida por reflexos repetidos, como um fotômetro esférico de integração. Esclareceu que um volume grande de radiação de partículas é algo que deve ser considerado. A reflexão pode ser obtida por certos dispositivos de blindagem, geralmente de forma esférica, com boa reflectância, por exemplo o óxido de magnésio. Para a ligação entre os fotomultiplicadores e os fotocátodos é importante a condução efetiva da luminosidade gerada, para tal se faz necessário o uso de guias de luz (formato de funis ocos).

Roser disse que outros resultados obtidos, por outras pesquisas, para a diminuição das flutuações das alturas do pulso, apresentaram para cintiladores de 20 cm reduções nas flutuações na razão de 1/2. Melhores resultados foram obtidos com arranjos de fotomultiplicadores, que acabaram produzindo flutuações um pouco menores, da ordem de 1/3.

Descreve o processo ocorrido num contador de cintilação: A luz luminescente conduzida pelo cintilador para o multiplicador de elétrons dispara elétrons no fotocátodo, que são multiplicados por um fator (3 a 4) que depende dessas diferenças de potencial ao passar por

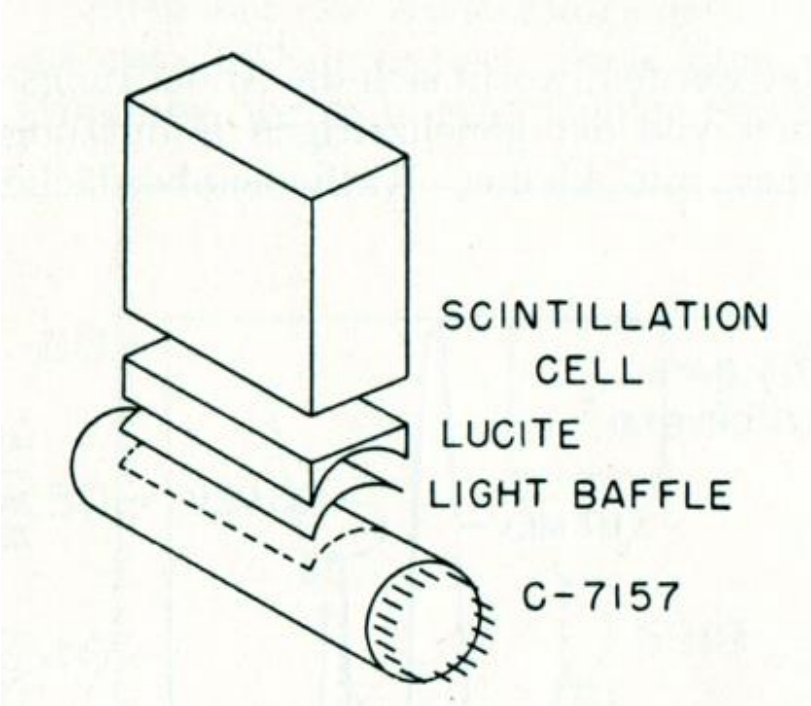
gradientes de potencial entre uma série de eletrodos de impacto sucessivos. Para examinar o baixo rendimento dos elétrons nos cátodos, ele discutiu alguns tipos de fotomultiplicadores americanos. Chegou à conclusão de que os melhores cátodos são os de tipo opaco para rendimentos quânticos tipo (Sb-Cs) que podem ser aumentados de 5% a 16%.

Finalmente, após uma extensa e importante fundamentação, Roser traz sua pesquisa para o centro da exposição. Para uma distribuição de luz constante Roser e Hudson utilizaram um método proposto por Hofstadter. Para testar o método, utilizaram fotomultiplicadores RCA C7157 com cátodo lateral, uma máscara de luz projetada para a situação experimental inserida entre o cintilador e o fotocátodo. A investigação foi realizada com o auxílio de uma célula cintiladora de (1 x 10 x 10) cm acoplada no cátodo do fotomultiplicador.

Sem a utilização da máscara o arranjo obteve flutuações da ordem de 15% na altura dos pulsos. Usando a máscara as flutuações foram reduzidas para 3%. A quantidade efetiva de luz também é reduzida para cerca de 50% com o método de cobertura proposto pelo professor Hofstadter (Figura 27) mas isso também pode ser feito com medições de radiação de alta energia, para a qual cintiladores de grande área são mais indicados. Ao medir mésons-μ de energias relativísticas em substâncias luminosas líquidas com uma espessura de camada de 5 cm, uma meia largura da distribuição de pulso de 20% pode teoricamente ser esperada de acordo com os estudos de (LANDAU, 1944). Roser aponta outros estudos (BASKIN; WINCKLER, 1953) com cintiladores de grande área que mostraram flutuações de 60% frente a 29% do método utilizado por ele e Hudson. A partir da exposição, ele levantou a seguinte questão: Como poderiam melhorar o método que aplicaram para cintiladores de grande área?

O uso de vários multiplicadores forneceu alturas maiores para os pulsos. Porém, como os fatores de amplificação dependiam da tensão aplicada à sétima potência foi difícil mantê-los completamente constantes com um número maior de múltiplos, logo o espalhamento dos pulsos também acabou aumentando. Além disso, cada tubo individual recebe apenas uma fração da quantidade total de luz, assim como as flutuações estatísticas no próprio processo de reforço cresceu, explicou Roser.

Figura 27- Diagrama de dispositivo com célula cintiladora

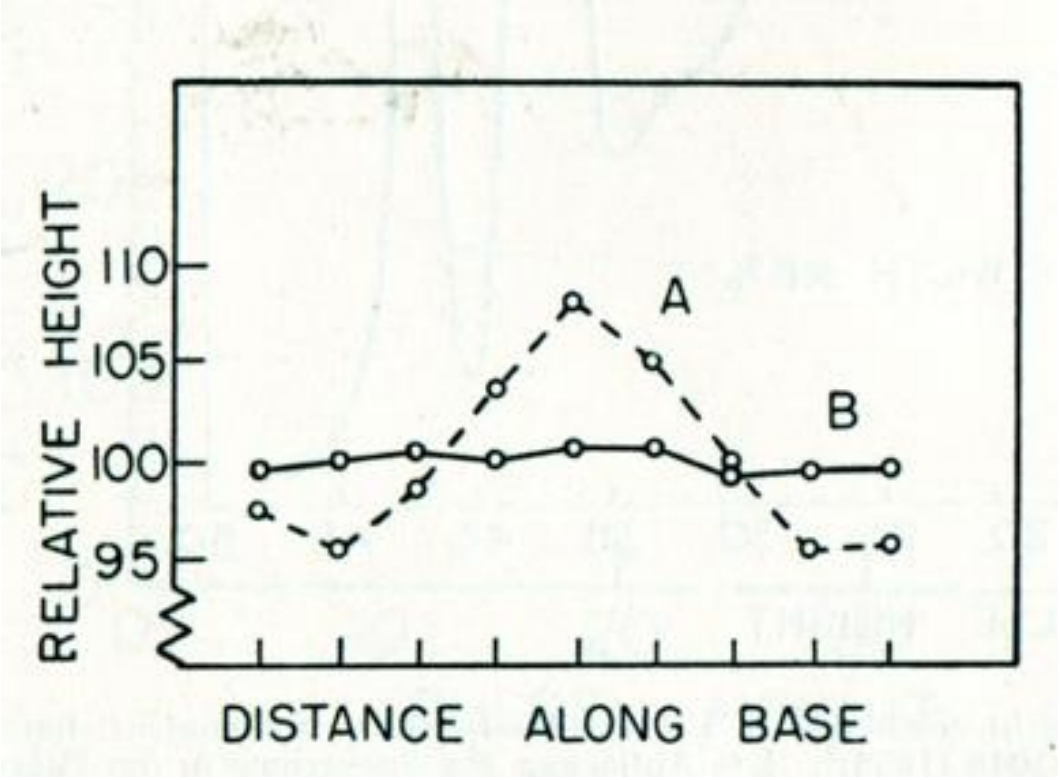


O diagrama mostra como deve estar disposto a máscara de lucite no dispositivo que contém a célula cintiladora.

Na conclusão do artigo, Roser escreve que: “parece ser da natureza das coisas que as maiores quantidades de luz e a boa igualdade de impulsos sejam mutuamente exclusivas e sempre requeiram um certo compromisso”.

De acordo com ele, o método de recobrimento, proposto por Hofstadter, e o uso de guias cavas de luz pareciam representar uma possível solução para uma combinação favorável de ambos os requisitos para a melhoria dos pulsos de saída (Figura 28).

Figura 28- Distribuição da altura do pulso ao usar o método da cobertura



A máscara de luz foi medida em um multiplicador RCA-C7157. A radiação gama Co^{60} colimada foi direcionada para 9 pontos da célula cintiladora. O resultado é típico para todas as outras partes da célula. A curva A com a máscara e B sem a máscara.
Fonte: Roser, 1955.

4.8.9.2 Science

No artigo da Science (ROSER, 1955), publicado em 1955, na seção de comunicações da revista, Padre Roser estava interessado no problema da emissão de luz em líquidos luminescentes, discutindo misturas de substâncias orgânicas no deslocamento espectral da radiação para comprimentos de ondas mais longos, ocorrido pela transferência quântica de energia do fósforo primário para o secundário. Em decorrência disto, a luz de saída é aumentada. Em sua época, esse assunto ainda era muito discutido na literatura (HARRISON; COWAN; REINES, 1954). Para Roser, a fluorescência e a cintilação deveriam ser tratadas de forma equivalentes, no que diz respeito a produção de luz final.

Ele aponta alguns resultados, de recentes pesquisas, sobre o mecanismo de transferência de energia provocado por misturas com adição de um segundo soluto fosforescente em substâncias cristalinas, líquidas ou plásticas (BIRKS, 1953, FURST; KALLMAN, 1950). Seu relato é que no estudo de (GERMANN, 1954) não foi possível observar o deslocamento espectral para radiação na faixa do ultravioleta, a partir da luminescência observada. Uma

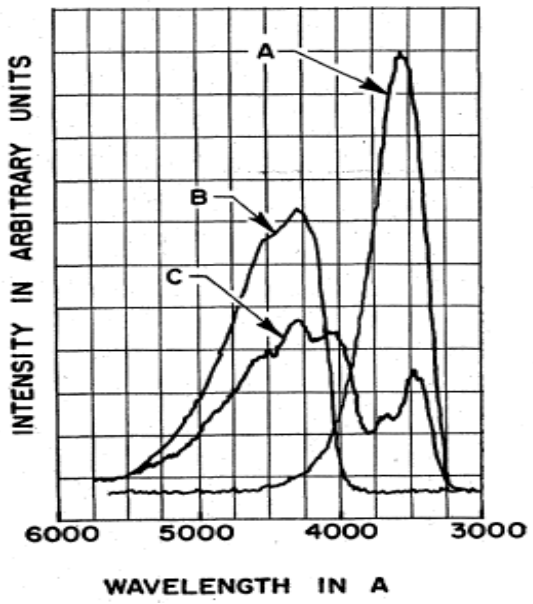
complicação: o deslocamento espectral para bombardeamentos de raios gama na produção de cintilações.

A partir dessa argumentação, Roser apresenta os resultados de seu trabalho com a utilização de dois solutos fosforescentes que demonstram a equivalência entre os processos de cintilação e luminescência, em que se investigou os espectros de emissão e absorção emitidos pelas substâncias utilizadas. Os materiais utilizados na pesquisa foram: Um monocromador de quartzo; fotomultiplicador (RCS-C7151) um gravador, uma placa acrílica de 1 polegada de comprimento, soluções orgânicas (metxileno, terfenilo e difenilhexatrieno) (Figura 29).

Para obter as medições de absorção, Roser colocou entre o monocromador e o fotomultiplicador uma fina célula de acrílico. Para fonte radioativa ele usou Co^{60}, para emissão de raios gama. Utilizou-se também para produzir a excitação luminosa, um tubo de descarga de hidrogênio.

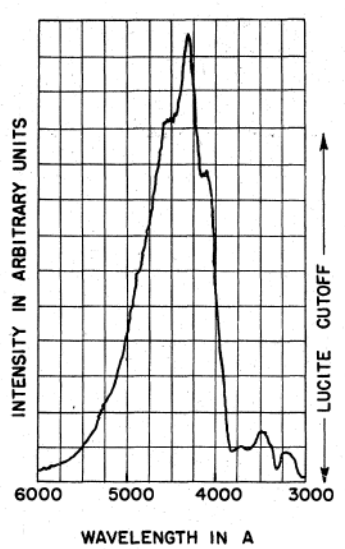
A conclusão da pesquisa mostrou que as características dos espectros sobre a luz e a excitação de raios gamas parecem ser quase idênticas, conforme os resultados experimentais exibidos nas figuras (29, 30 e 31)**.** Ressalta-se ainda que nenhuma comparação quantitativa exata entre a transferência de energia e o rendimento luminoso pôde ser feita, entre o bombardeamento de raios gama e excitação por ultravioleta.

Figura 29- Representação dos espectros de emissão de raios gama em soluções orgânicas.



(A) m-xileno com 3 g / litro de p-terfenil; (B) m-xileno com 3 g / litro de p-terfenil e 10 mg / litro de difenilhexatrieno; (C) m-xileno com 3 g / litro de p-terfenil e vestígios de difenilhexatrieno. Os resultados são obtidos colocando uma célula de lucite com as soluções. Os espectros normalizados mostram uma mudança completa na distribuição espectral do fósforo primário para o secundário. A melhor concentração correspondente está no caso (B).
Fonte: Roser, 1955.

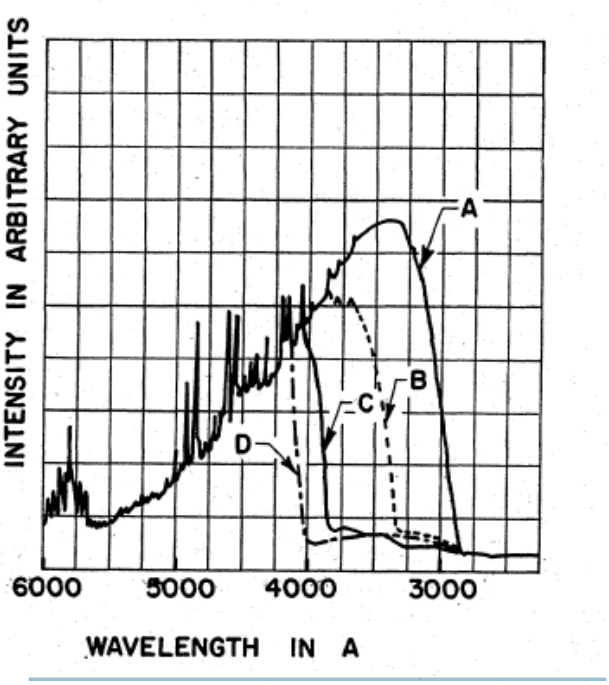
Figura 30 - Espectro de emissão sob irradiação com luz ultrarioleta.



A seguinte substância preparada com m-xileno com 3 g / litro de p-terfenil e 10 mg / litro de difenilhexatrieno. Uma célula de lucite contendo a solução foi colocada na frente da fenda de um Monocromador de quartzo e iluminado por um tubo de descarga de hidrogênio, de forma que pouco luz direta da fonte pode ser registrada. A mudança observada se assemelha a obtida pelo bombardeamento de raios gama.

Fonte: Roser, 1955.

Figura 31- Espectros de transmissão de luz ultravioleta fotomultiplicador através de uma célula de lucite colocada entre um monacromador de quartzo e um RCA-C7l51



(A) célula de lucite vazia; (B) célula de lucite preenchida com m-xileno e 3 g/L de p-berfenilo; (C) células de lucite preenchidas por m-xileno e 3 g/L de p-terfenil com um traço de difenilhexatrieno; (D) célula de lucite preenchida com m-xileno, 3 g/L p-terfenil e difenilhexatrieno 10 g/L. Os espectros foram normalizados para igual intensidade diferencial.
Fonte: Roser, 1955.

4.9 PROJETO PÓSTERO DE ROSER COM SCHEIN: A CÂMARA DE IONIZAÇÃO DA CARNEGIE INSTITUITION

Nesta seção, retornamos ao início de 1952, quando Roser inicia sua estadia em Stanford, mas dessa vez para discutir o desenrolar dos projetos não concluídos com Marcel Schein. Pareceu-nos mais oportuno colocar esse assunto no final deste capítulo, pois à medida que toda história que contamos até aqui acontecia, essa também ocorria paralelamente. Para Roser que estava a 4 anos nos EUA, a possibilidade de estabelecer uma parceria com a Universidade de Chicago, por intermédio do seu professor e orientador, parecia a mais clara das possibilidades para uma colaboração científica internacional. A possibilidade de execução desse projeto foi utilizada por diversas vezes como razão para postergar seu regresso ao Brasil, sobre o pretexto de que a circunstância de uma linha de pesquisa, assistida por uma importante instituição internacional, não fosse desconsiderada.

Antes de deixar Chicago em direção à Universidade de Stanford, com intuito de continuar seu projeto acadêmico-científico Padre Roser estabeleceu vínculos profissionais com o Professor Marcel Schein com promessas de colaboração científica nas pesquisas sobre raios cósmicos na América do Sul. O trabalho em Chicago, no Instituto de Estudos Nucleares (INS), lhe rendera tais perspectivas. Seu comprometimento, seriedade, dedicação e humildade aos projetos a ele confiados trouxeram à tona essa possibilidade de colaboração científica.

Podemos dizer que o início da futura cooperação com Schein se daria no final da temporada em Chicago, em 1951. Quando o padre Roser, em companhia do professor, faz uma visita ao futuro laboratório de Chacaltaya, que estava sendo preparado para receber a equipe brasileira do CBPF, onde realizaria pesquisas sobre radiação cósmica. Schein havia sido convidado por Lattes para conhecer o local, também orientar a montagem da Câmera de Wilson doada ao grupo de Chacaltaya, para implementação nas elevadas altitudes bolivianas. A intenção do grupo de pesquisa seria usá-la para medir o tempo médio de vida dos píons através da investigação do espectro de densidade e energia dos chuveiros em elevadas altitudes. A equipe de pesquisadores também pretendia estudar outros mésons e partículas instáveis nos chuveiros detectados (DOBRGKEIT, 2010).

Na literatura consultada não há referência sobre a ida de Roser a Chacaltaya, apenas da presença de Schein (ANDRADE, 2005) (MARQUES, 2005). Sabemos de sua participação nessa missão através da correspondência enviada ao Reitor, na qual relatava sobre essa viagem.

Nessa correspondência, Roser comenta sobre sua estadia na Bolívia dizendo que foi profícua, pois puderam discutir sobre o laboratório, apesar dos enjoos [311].

A viagem motivou o professor Schein a aspirar novos projetos. Ele que tinha projetos em outras estações de medidas de raios cósmicos em outras partes do mundo, faltava-lhe ainda a América do Sul, naquela latitude. Outros pesquisadores americanos já utilizavam o local para fazer experimentos e obter resultados importantes, um deles Bruni Rossi (ANDRADE, 2005).

O pretenso projeto de Schein seria levar outra câmera para Chacaltaya, um medidor do Instituto Carnegie, que inicialmente estava em Clímax, Colorado[312]. Um dos responsáveis pelo equipamento, Dr. Scott Forbush (1904-1984)[313], mostrou-se favorável a liberação do equipamento para ser instalado na América do Sul e se dispôs também a treinar o futuro operador, no entanto o equipamento precisava da autorização de outro pesquisador[314]. O que fez Schein insistir por alguns meses nessa outra autorização. A disponibilidade e o interesse de Roser em obter trabalhos em cooperação com importantes centro de pesquisa, o tornavam a pessoa certa para tocar o projeto de Schein, e logo se mostrou disponível para a empreitada.

Ao longo de todo ano 1952[315], a troca de cartas entre Schein e Roser foi intensa. Contudo, tivemos apenas acesso as cartas enviadas pelo primeiro ao segundo. Levando isso em conta, observamos que Schein tinha real interesse nesse plano, no qual buscou incansavelmente solucionar o impasse da liberação da câmera da Carnegie.

Em meados daquele ano, Schein contava encontrar com Forbush na Estação de Clímax para combinar pormenores da utilização do equipamento. Ele previa que precisaria de recurso da Oficce Naval Research (ONR) para o transporte do equipamento ao continente sul-americano. Porém, antes faria ajustes no equipamento nos laboratórios de Chicago. Nas cartas, Schein falava a Roser que seria oportuno que retornasse à Chicago para se familiarizasse com o equipamento e para que o calibrasse também para a realização das medidas a serem tomadas na América do Sul.

A situação que se desenhava oportunizaria equipamentos, que seriam impossíveis para a Universidade Católica obter com recursos próprios, num momento em que estava a construir o Campus Gávea. Ele destacou ao Reitor, em carta, o exemplo do Instituto Geológico do Andes,

---

[311] Carta ao Reitor, em 25/01/52, reproduzida num livro de homenagem ao Padre Roser (1984)

[312] Carta de Schein a Roser, em 20/02/1952

[313] Astrofísico e geofísico, pesquisador do Departamento de Magnetismo Terrestre (DTM) da Carnegie Institution de Washington, onde foi nomeado presidente de uma seção sobre geofísica teórica em 1957.

[314] Desconhecido para nós.

[315] Cartas enviadas de Schein a Roser, Chicago, 20/02, 22/07, 19/06, ambas em 1952, APBCJ.

criado pelo também jesuíta Padre Jesús Emilio Ramírez González (1904-1981)[316], que empreendeu o instituto com empréstimos e doações, e aquele momento era uma realidade[317].

Outro benefício seria a projeção que a recém-criada PUC teria com os laços obtidos pela cooperação científica com uma universidade de prestígio internacional, como a de Chicago, na realização de pesquisas científicas associadas aos raios cósmicos. Roser ao defender esse ponto de vista sugere agregar o projeto com Schein ao do Laboratório de Eletricidade Atmosférica para a Gávea. Segundo Roser: "Este ainda precisa de instrumentos e do emprego de métodos modernos neste campo que está ficando novamente importante."[318]

De volta a Chicago, Schein estava com dificuldade de obter o medidor da Carnegie, por conta do aval de outro pesquisador, como já mencionado. Então, o professor estudava outras possibilidades de montar uma estação de pesquisa em Chacaltaya, caso a primeira ideia não se concretizasse. Uma alternativa seria a utilização de um outro medidor pertencente ao mesmo Dr. Forbush, oferecido pelo próprio após encontro em Climax. A segunda possibilidade prevista por Schein seria utilizar uma de suas próprias câmeras que estavam também em Climax e ajustá-la para a Estação Sul-americana[319].

Schein manifestava a Roser que tinha interesse de saber a opinião de Lattes sobre a possibilidade de instalar esse outro equipamento no laboratório de Chacaltaya. Porém, não conseguiu contato e assim reclamava a Roser o insucesso na obtenção de respostas[320]. Importante salientar que nesse período Lattes se mantinha constantemente em trânsito Brasil-Bolívia, ora pesquisador, ora burocrático, tendo que resolver questões administrativas do CBPF e do CNPq além das próprias dificuldades técnicas com a pesquisa (ANDRADE, 2005) (TAVARES, 2017) (VIEIRA, 2017). Essa dupla jornada dificultava Lattes em responder correspondências de forma premente. Dizia Schein a Roser:

> Esperei tanto pela resposta, pois esperava ouvir de Lattes sobre o medidor de raios cósmicos. Escrevi-lhe há algum tempo sobre a possibilidade de garantir um medidor do Instituto Carnegie para Chacaltaya, no entanto, não recebi uma resposta a esta pergunta até agora. Vou escrever para ele novamente sobre este assunto.[321]

[316] Foi um geofísico e sismólogo colombiano.

[317] Carta ao Reitor, 21/07/1952

[318] Carta ao Reitor, 15/10/1952

[319] Carta de Schein a Roser, em 19/08/1952.

[320] Carta de Schein a Roser, Chicago, 07/08/1952, APBCJ.

[321] Carta de Schein a Roser, Chicago,07/08/1952, APBCJ.

O alinhamento entre eles, sobre o projeto da câmara, estava em plena concordância. E mesmo com os problemas ocorridos no final de 1952, Roser manteve em vista o projeto de cooperação com seu antigo orientador. Tanto que em algumas cartas ao Padre Velloso, ao pedir ampliação do prazo de permanência nos EUA para o término de suas pesquisas comentava sobre a ida à Washington ou à Chicago para a aprendizagem das técnicas empregadas no equipamento. Contudo, essa possibilidade de colaboração no projeto de Schein se manteve até o início de 1954, direcionando a pesquisa, não mais para Chacaltaya, mas para o Rio de Janeiro: "Não posso deixar de ir ao laboratório do professor Schein em Chicago e há, como V. Rev. Sabe, além disto o projeto de passar algum tempo com o Prof. Forbush na Carnegie Institution em Washington para preparar as medidas que pretendemos fazer na Gávea."[322]

Apesar do interesse de ambos para a execução do projeto de medidas de raios cósmico na América do Sul, essa cooperação nunca saiu do papel. Acreditamos que os problemas em Chacaltaya, vivenciado por Lattes, possam ter implicado na desistência do projeto. Sabemos que Lattes esteve à frente do laboratório na Bolívia por cerca de dois anos. No entanto, alguns problemas o levaram a desistir do projeto que tocava em Chacaltaya: a crise dos sincrocíclotrons; erros do projeto técnico da câmara de Wilson que acabaram tornando o equipamento ineficaz para observação e medição de eventos raros, isto é, eventos de altas energias relacionadas com os mésons ou com as chamadas partículas V de Rochester e Butller; Tais acontecimentos fizeram Lattes se afastar das pesquisas na Bolívia, em 1954 (ANDRADE, 2005).

Em 1955, com o agravamento de problemas de saúde Lattes segue para os EUA, onde busca tratamento e assume o cargo de Professor Visitante do Departamento de Física na Universidade de Chicago. Já Roser, sem a perspectiva de realizar o projeto Roser-Schein, acaba mudando de planos após receber um convite de outro antigo professor, Victor Hess, que estava em Nova York, na Universidade de Fordham, desenvolvendo pesquisas no campo da radioatividade ambiental. Esses estudos se tornariam, nos anos seguintes, seu principal projeto de pesquisa ao retornar ao Brasil, como veremos no próximo capítulo.

[322] Carta ao Reitor, 15/01/1954

4.10 AVALIAÇÃO PARCIAL DOS PRIMEIROS 5 ANOS DE ROSER NOS INSTITUTOS CIENTÍFICOS AMERICANOS: CHICAGO, OAK RIDGE E STANFORD

Os primeiros cinco anos americanos representam na carreira de Roser um amadurecimento científico que provocou mudanças em seu modo de entender e fazer ciências. Se na Universidade Innsbruck seu trabalho fora de apontamentos sobre parâmetros meteorológicos sobre a intensidade da radiação cósmica, lhe tornando hábil em realizar medidas de precisão, mesmo tendo que dividir seu tempo com o a formação teológica. Nos EUA ele aprimorou ainda mais essas habilidades, mas não só, também se aprofundou nos conhecimentos teóricos da física moderna em especial a física nuclear e aprendeu a construir equipamentos necessários à física de fronteira. Teve aulas com importantes cientistas daquele tempo, com R. Feynman, E. Lamb, E. Fermi, W. Panofsky, L. Schiff, F. Bloch e Hofstadter. Ao lado desses cientistas, ele pode compreender melhor os métodos, as teorias praticadas no mundo científico de seu tempo e os objetivos da pesquisa científica. Desse modo, aprendeu novas técnicas de manipulação da natureza, em especial detecção de partículas, no período coincidente com o nascimento da área hoje chamada de física das partículas.

Roser foi incansável em sua atualização conceitual e metodológica. Viveu uma vida de entrega à ciência, passando mais de dez horas por dia na Universidade de Stanford, pesquisando, assistindo palestras, seminários e aulas de vários departamentos, sempre com a intenção de usar como referência para seu empreendimento científico no Brasil, o Departamento Científico da Católica, onde desejava conjugar pesquisa e ensino conforme as grandes universidades americanas e europeias já faziam.

Seu entendimento para que o Brasil vencesse o atraso científico e se equiparasse as grandes nações focava na formação de recursos humanos nos grandes centros de pesquisa, para que o Brasil, em pouco tempo, tivesse condições de tocar seus próprios projetos de pesquisas científicas de forma autônoma e/ou colaborativa. Desse modo, uma das causas que mais trabalhou e impôs aos seus superiores jesuítas, foi a indicação de pessoas para especializações nas áreas científicas que vislumbrava para Católica. Em muitas correspondências, ele chamou atenção do reitor da PUC sobre se preocupar menos com os prédios, mas sim com o serviço a ser realizado dentro deles. Ele apresentou inúmeros exemplos dos grandes laboratórios e departamentos científicos americanos que tinham simples edificações, mas que o valioso estava em seu interior, recursos humanos e tecnológicos.

> é fácil se [convencer], aqui na América, de que nós no Brasil gastamos em geral, demasiadamente com os edifícios e demenos [sic] com a preparação de gente e os instrumentos de trabalho. É de se ver a aparência modesta de muitos institutos famosos, tanto nossos [católicos] do que seculares. O renome não vem tanto pelas fachadas, mas muito mais pela qualidade do trabalho e pelos resultados obtidos. O projeto da Universidade do Brasil é típico, projetaram para o cíclotron um edifício que custa tanto quanto o mesmo instrumento. [323]

Ele sabia que o projeto de expansão científica brasileiro, fomentado pelo interesse do domínio da energia atômica, precisaria de atualização de currículos dos cursos científicos, com isso enxergava a necessidade da formação de novos professores na nova ordem científica. Depreendemos que Stanford e Chicago foram responsáveis por muitas dessas visões que ele canalizou para o Instituto de Física da PUC. Sua relação com seus orientadores científicos foram as melhores possíveis, destacamos aqui os professores Robert Hofstadter e Marcel Schein. Através dessas colaborações ele prescrutou as modernas técnicas de cintilação, empreendendo investigações na área, com publicações em importantes periódicos de circulação científica, como a Science e Physical Review, por exemplo. Sobre o discípulo, Hofstadter disse:

> Posso atestar pessoalmente o fato de que o Dr. Roser passou muito tempo estudando tanto os resultados de seu trabalho de pesquisa quanto o trabalho do curso que frequentou. Ao conversar com ele, pode-se ver prontamente que ele se familiarizou com muitos aspectos da física nuclear moderna.
>
> Foi muito agradável ter o Dr. Roser trabalhando em meu laboratório. Ele tem sido muito agradável e muito paciente em esperar por equipamentos e materiais que podem demorar para chegar, ele estava sempre pronto para recebê-los. Ele tem sido muito diligente em aprender física moderna e as técnicas mais recentes e também teve excelentes relações comigo, bem como com vários outros alunos de pós-graduação e professores de Stanford. É um prazer para mim recomendar o Dr. Roser para um bom trabalho de ensino e pesquisa no Brasil.[324]

Marcel Schein também ressalta as qualidades de entrega e colaboração de Roser ao trabalho científico, qualificando também as pesquisas sobre os cintiladores como uma importante colaboração ao campo de partículas de alta energia:

> O Padre Roser é extremamente cooperativo e foi muito querido por todos no Laboratório. Ele é um pesquisador muito eficiente no campo da Física experimental e seus resultados recentes sobre a proporcionalidade dos contadores de cintilação e o aumento relativístico das partículas de raios cósmicos podem ser considerados uma valiosa contribuição para a Física de Altas Energias. Posso recomendar o Padre Roser para qualquer atividade realizada em uma universidade ou outra instituição de pesquisa.[325]

---

[323] Carta de Roser ao Reitor, Santa Clara, Califórnia, 15_01_1954, APBCJ.

[324] Carta de apresentação de Roser, escrita por Robert Hofstadter, 9/06/1955

[325] Carta de apresentação, escrita por Marcel Schein, 26/03/1951

5 AS PESQUISAS EM RADIOTIVIDADE AMBIENTAL NO BRASIL (1956-1967)

A guerra mundial modificara as relações entre políticos, militares e cientistas, tanto que no Brasil, a criação do CBPF e do CNPq, um ano depois, indicavam a atenção que a sociedade brasileira passou a dar ao conteúdo da energia atômica e da produção de conhecimento científico. Os poucos e pequenos núcleos de pesquisa concentrados no eixo Rio-São Paulo, nos anos 1950, foram fomentados pelo CNPq, que teve participação ativa no programa de desenvolvimento científico-tecnológico brasileiro com objetivo de contribuir para a superação do atraso crônico da nação, estimulando o desenvolvimento.

A produção da energia nuclear para fins bélicos expôs os riscos que as explosões nucleares traziam à saúde humana. Num cenário em que as nações se interessavam mais pela tecnologia, houve aumento significativo dos testes nucleares nos anos após o fim da Segunda Guerra Mundial, o entendimento dessa matéria passou a ser premente.

Nesse contexto, as pesquisas em contaminação ambiental por radioatividade surgem como uma necessidade de avaliação da ameaça nuclear à vida no planeta para aplicações de medidas que viessem a proteger à população mundial das radiações ionizantes depositadas na atmosfera pelos testes nucleares.

A criação da UNSCEAR, em 1956, surge com esse propósito de estimular e organizar estudos dessa natureza para as Nações Unidas. A partir do advento da criação dessa comissão internacional, Padre Roser inicia suas pesquisas pioneiras nesse campo de investigação no Brasil, com apoio governamental de órgãos como o CNPq e CNEN.

Este capítulo é dedicado ao envolvimento de Roser com o programa internacional de pesquisas em contaminação ambiental natural e artificial posto em prática em regiões brasileiras de elevada radiação natural (Figura 32). Apresentaremos neste capítulo o início de seu envolvimento nesse campo de investigação, a relação estabelecida com os órgãos de fomento nacionais e internacionais, as colaborações estabelecidas, as pesquisas e seus resultados, enquanto, paralelamente, ele fundava o Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Figura 32: - Pesquisas no Morro de Ferro (MG).

Padre Roser, no centro, e Padre Cullen, à direita, em pesquisas no Morro de Ferro (MG) com equipamentos de medidas de radiométricas, em 1956.
Fonte: Núcleo de Memória da PUC.

5.1 O PONTO DE INFLEXÃO NA TRAJETÓRIA CIENTÍFICA DE PADRE ROSER (1955-1956)

As publicações nas revistas austríaca e na Science marcaram o fim da temporada de Padre Roser em Stanford. Dos dois objetivos que foi buscar nos EUA, a atualização dos conhecimentos da física contemporânea e o estabelecimento de parcerias institucionais. As primeiras foram alcançadas com honra como atestado por Robert Hosfstadter [326] e Marcel Schein. Já as segundas ficaram no campo das possibilidades, com potencial para serem realizadas. As câmaras de Schein para pesquisas no Rio de Janeiro e em Chacaltaya, não se concretizaram por desalinhamento entre os envolvidos (Schein, Forbush e Lattes). As pesquisas em indução nuclear ficaram no aguardo de bolsistas e de recursos para que pudessem se tornar uma realidade. Para completar, Bloch licenciou-se de Stanford naquele período para assumir a

[326] Carta de Recomendação assinada por Robert Hofstadter, após Roser ter terminado suas pesquisas em Stanford, 09/06/1955, APBCJ.

direção do recém-criado CERN (1954). Hofstadter se pôs à disposição para colaborar no projeto científico de Roser, o que dependeria apenas dos equipamentos, os quais com parte do recurso que guardou referente às bolsas esperava levar para o Brasil parte dos equipamentos.

No binômio 1955-56 ocorre uma inflexão na trajetória científica de Padre Roser, em nosso entendimento. Os passos dados na primeira metade dos anos de 1950, como apresentado, pareciam estagnados, pois qualquer pesquisa que se desejasse realizar necessitaria de recursos robustos. Os quais a PUC não teria como investir naquele momento, pois primeira parte do campus Gávea estava construída, a ideia de um centro científico para atuar em colaboração com a Escola Politécnica havia dado lugar ao projeto de se criar um Instituto de Física. Essa nova mudança nos planos da Companhia de Jesus para a PUC permitiu que o padre se mantivesse por mais um ano nos EUA. Roser era, então, aguardado pelo Reitor para fazer a mudança do laboratório, que estava no Colégio Santo Inácio, para as novas instalações. "Não tenho dificuldade que prolongue sua estadia até o fim do ano, mas seria conveniente que o senhor estivesse durante as férias, antes do início das aulas, quando espero mudar o laboratório de física para a Gávea."[327]

Em 1954, Roser foi convidado por Victor Hess a passar alguns meses no seu laboratório em Fordham, Nova York, para conhecer as pesquisas sobre radioatividade ambiental que realizava em apoio aos militares americanos. Esse convite é comunicado ao Padre Reitor, o qual apresenta seus novos planos de também incorporar as pesquisas de Hess em mais uma seção de atuação científica para a Católica, que poderia ser realizada com poucos recursos e estaria também dentro do campo de pesquisa dos cintiladores, que poderiam ser utilizados em várias situações que apresentassem radioatividade:

> Sair de Stanford no fim do ano e passar dois a três meses em Fordham, onde – para o caso – eu fui aceito pelo presidente e pelo prof. Hess. Razão: a) Aprender ainda com o Prof. Hess – meu antigo professor – as técnicas desenvolvidas ultimamente para medição de radioatividade do solo e da atmosfera. Medidas deste gênero são importantes atualmente no Brasil e dariam a univ. católica a possibilidade de fazer alguma coisa dentro de um orçamento limitado. Ligar-se-ia muito bem com o trabalho sobre os cintiladores que fiz aqui (por serem eles necessários em todas as investigações do gênero).[328]

Antes de caminhar para Nova York, Roser ainda passou os primeiros 6 meses do ano de 1955, na Universidade de Santa Clara, na Califórnia, onde aproveitou para estudar tópicos que

[327] Carta do Reitor P. Velloso a Roser, Rio de Janeiro, 08/09/1955, APBCJ.

[328] Carta enviada ao Padre Reitor Velloso por Roser. Santa Clara, 28/09/1954, APBCJ.

ainda lhe eram caros de entendimento. Em julho, chega a Universidade de Fordham, e fica hospedado no Cardinall Spellman Hall[329], um anexo da universidade. Seus primeiros passos na cidade foram dados à compra de equipamentos científicos e materiais para Companhia.

Em sua rotina, percorria a cidade atrás dos equipamentos necessários para a realização de pesquisas, buscando melhores preços e organizando os despachos para o Brasil, sempre tendo em vista os menores custos para a realização dos envios[330]. Atuava sempre na indicação dos professores para a PUC, através de seu contato direto com o Reitor. Na ocasião, dois militares, que haviam estudado em Stanford, foram indicados por Roser para professores da PUC: os majores Henrique Mattos e Carlos Campos[331]. Para ele, o quadro de docentes deveria primar pela boa formação, o que os indicados certamente possuíam, pois pertenciam ao Centro de Tecnologia de Stanford. Esses requisitos os habilitariam a compor a equipe que Roser imaginava para o futuro IF-PUC. Contudo, os candidatos não foram integrados, os motivos nos são desconhecidos.

Padre Roser ainda esperava receber bolsistas para a vaga em Stanford, pois se via sozinho para tocar um projeto de grandes dimensões que seria o, então, IF-PUC. Na época, dois jesuítas estavam nos EUA cursando cursos de ciência, os Padres Amaral e Amirate. O primeiro viria a ser diretor do Instituto de Matemática, não conseguimos informações para conhecermos sua trajetória. Os padres foram destinados pelos superiores jesuítas para compor a equipe científica idealizada por Roser. Mas, para ele, os Padres seriam bons professores, não os via com habilidades para o desenvolvimento de pesquisas científicas. Dessa forma, Roser passou a clamar por estudantes seculares da Escola Politécnica:

> Ainda não perdi a esperança de receber uma carta V. Rev., dizendo-me a respeito de um dos candidatos que a católica (por meio de bolsas procuradas para eles) mandará para cursos de aperfeiçoamento. Ao menos deverá fazer-se logo depois da minha volta.[332]
>
> Na parte experimental e de laboratório é absolutamente impossível que eu sozinho possa dar conta do recado. dos padres em estudos aqui, o P. Amirate não serve e o P. Amaral com ótima capacidade para professor é mais de orientação teórica (eu aliás também) um candidato realmente bom neste ponto seria o P. Pescatori[333] a quem, foi prometido um curso de formação em física nos EE. UU.[334]

[329] Acomodação jesuíta, que anos mais tarde daria lugar a uma high school da Companhia de Jesus americana.

[330] Carta enviada ao Padre Reitor Velloso por Roser, Nova York, 07/08/1955, APBCJ.

[331] Idem à nota 330

[332] Idem à nota 330

[333] Padre Pescatori, cursou o noviciado no final dos anos 1940, conheceu Roser, mas acabou indo cursar filosofia na Europa.

[334] Carta enviada ao Padre Reitor Velloso por Roser, Nova York, 20/12/1955, APBCJ

Essa última citação de Roser denota também uma visão de si mesmo, que confronta com certa imagem de físico experimental que temos dele. Um dos objetivos de formar sucessores tinha a finalidade de não o comprometer diretamente com as pesquisas, porque sabia que sua função deveria ser mais burocrática e de organização das linhas de pesquisa no IF-PUC, tarefas que lhe tomariam tempo. Além de se considerar com idade avançada (51anos) e de ter a saúde debilitada (reumatismos e problemas no coração). Desse modo, sinalizar a necessidade de sucessores era premente para o sucesso do projeto.

Sobre as pesquisas a respeito da radioatividade ambiental em Fordham, Victor Hess e Padre Paul. P Luger S.J. (1911-2011), da Universidade de Seatle, conduziram os primeiros testes de precipitação radioativa a partir da plataforma de observação do Empire State Building, nos EUA. Hess havia desenvolvido um novo método para detectar envenenamento por partículas radioativas a partir de procedimentos respiratórios. Através da amostra se determinava a quantidade de rádio no corpo e no ambiente que o corpo em estudo estivesse situado (SCHUSTER, 2013, p. 44). Não dispomos de muitas informações sobre Roser em seu período dedicado às pesquisas no laboratório de Fordham. Apenas sabemos que ele chegou, se juntou a equipe no laboratório, quando Hess estava na Europa e só retornaria em setembro, daquele ano, para Nova York.

Paralelamente à sua estadia em Nova York, Padre Roser teve contato com o a delegação que iria representar o Brasil na Conferência de Genebra[335]. O General Bernardino lhe passou uma visão esperançosa para o programa atômico brasileiro, apesar do escândalo do desvio de recursos no CBPF no ano anterior[336]. Suas impressões eram de que as coisas pareciam estar se concretizando para a ciência brasileira. Por exemplo, estava sendo negociado o primeiro reator que seria instalado na USP. O conselho iria fazer muitas compras nos EUA, de equipamentos para o desenvolvimento da física nuclear experimental, quando os membros da delegação retornassem da conferência. Isto lhe seria oportuno, pois o general havia ofertado a possibilidade do envio de suas compras para a PUC através do conselho, o que eliminaria os problemas com a alfândega. Isso mostra que Roser manteve a aproximação com os militares e membros do CNPq, mesmo depois do fim de sua bolsa.

As situações vividas por ele até aqui mostram que não tinha consolidado um programa de pesquisa para seu retorno ao Brasil. Em seu último pedido de postergação de seu regresso

[335]Carta enviada ao Padre Reitor Velloso por Roser da Universidade de Fordham, 24/07/1955.

[336] Ver referência: Andrade (1999)

aos seus superiores, seu pensamento era aprender as técnicas desenvolvidas e praticadas por Hess sobre a radioatividade ambiental para que pudesse executar no Brasil, afinal esse assunto deveria ser bastante comentado nos meios de comunicação americanos, como veremos a seguir. O que tornava essa possibilidade bastante promissora para ser executada no Brasil, que vislumbrava entrar na era atômica. O reencontro com os membros do CNPq, em Nova York por ocasião da reunião sobre o uso pacífico da energia nuclear entre os países membros da ONU, levara Roser a suspeitar que precisaria retribuir a gentileza dos membros do conselho em despachar as compras de seus equipamentos através do CNPq. também estou preso, de um certo modo, com a comissão de energia atômica onde o general, ao que parece, irá insistir que eu faça alguma coisa por ela em correspondência aos benefícios recebidos."[337]

Ter que corresponder a possíveis solicitações dos membros do conselho pelos favores concedidos lhe preocupava bastante, visto que também precisaria organizar o futuro instituto quando regressasse ao Rio de Janeiro, além de ter que criar um projeto para um curso de física na PUC. Naquele momento ele não teria ninguém para contar com a ajuda. Os dois padres que lhe foram concedidos para se dedicar aos mesmos campos, Amaral e Amirate ainda estavam cursando em Fordham as disciplinas básicas. Em avaliação preliminar, somente o primeiro poderia de fato ajudá-lo na missão, e de modo parcial, visto que não tinha inclinações com as práticas experimentais.

Diante desses fatos, o ano de 1956 inicia com a certeza de que Roser finalmente regressará ao Brasil com uma soma significativa de equipamentos para seu laboratório de pesquisa, comprados com os valores acumulados das bolsas que recebera tanto da companhia quanto do CNPq. Ele aguardava pelos despachos e auxiliava o próprio conselho na compra de certos equipamentos, por conta de sua experiência em compras que adquiriu na estadia americana. Mas, uma ação deliberada pelas Nações Unidas na criação de um comitê internacional para estudos dos níveis de radiação ionizantes provocaria uma mudança nos planos científicos de Padre Roser, como veremos adiante.

Na subseção seguinte, ampliaremos o contexto que levou Roser a ser um dos pesquisadores pioneiros no campo da radiação ambiental no Brasil. Começaremos pela criação do comitê internacional e suas finalidades, discutiremos a participação brasileira na reunião de Genebra sobre o uso pacífico da matéria atômica para fins civis, que potencializou a criação do comitê.

[337] Carta de Roser para o P. Provincial, Nova York, 27/11/1955, APBCJ.

5.2 O COMITÊ CIENTÍFICO PARA ESTUDOS DOS EFEITOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES SOBRE A VIDA HUMANA: CONTEXTO E AÇÕES

Em 1946, após intensos debates, o governo do presidente estadunidense Harry S. Truman (1884-1972)[338] assinou a lei *MacMahon*, transferindo o controle militar sobre os assuntos atômicos para os civis, ao mesmo tempo em que criava a Agência Americana de Energia Nuclear (US-A.E.C). Essas ações visavam mitigar as possibilidades concretas da proliferação de armas nucleares pelo mundo, principalmente pelos soviéticos. (WEISS, 2003)

Sete anos depois, o primeiro ano de governo do Presidente Eisenhower foi dominado por um clima de tensão, em razão da primeira explosão de uma bomba H pelos soviéticos. Como discutido por Weiss (2003), esse episódio desencadeou ações do governo americano com a finalidade de frear o armistício atômico pelo mundo. Uma delas seria defender o uso pacífico da energia atômica por todas as nações que quisessem adquirir essa tecnologia.

No discurso proferido por Eisenhower, na Assembleia Geral da ONU em 13 de dezembro de 1953, conhecido como átomos para a paz, o presidente norte-americano mostrou estar convencido de que o mundo caminhava para uma catástrofe, tornado premente tentar evitá-la[339]. A sua alocução trazia uma visão atraente para um mundo preocupado com a extinção em massa da espécie humana. A mensagem foi ecoada pela mídia norte-americana para todo o mundo com o apoio de muitas empresas que patrocinavam o projeto da presidência daquele país. Contudo, a proposta acabou não impedindo o aumento das armas atômicas (WEISS, 2003, p. 40).

Logo após a criação da Lei de Energia Nuclear (1954) [340], que facultava aos EUA a troca de informações da tecnologia nuclear, o governo Eisenhower propôs, por meio da ONU, uma Conferência Sobre os Usos Pacíficos da Energia Nuclear, que acabou por ser realizada em Genebra, local escolhido para as nações mais desenvolvidas na matéria nuclear exibirem seus conhecimentos e tecnologias. Apesar das ações em prol do uso seguro da energia nuclear partilhadas no verão de 1955, a reunião na cidade suíça não foi suficiente para evitar o

[338] Foi no governo de Truman que a Segunda Guerra Mundial chegou ao fim. A tensão entre EUA e a URSS se intensificou quase que imediatamente dando início à chamada Guerra Fria.

[339] Boletim do Organismo Internacional de Energia Atômica (OIEA, 2013)

[340] A lei aprovada em 12/07/1954 facultava aos EUA a troca de informações no setor nuclear com outras nações, podendo o governo estadunidense assinar acordos com outros países e exportar materiais atômicos de qualquer natureza. Além disso, outorgava à US-A.E.C a propriedade exclusiva de todos os materiais físseis. A comissão poderia conceder licença comercial e industrial a particulares para o emprego destes materiais, sem direitos a propriedade. (BRANDÃO, 2002)

crescimento do temor pelos efeitos maléficos da radiação nos seres humanos causados pelas explosões nucleares.

De acordo com Eisenbud (1997), uma quantidade limitada de informações sobre a radioatividade ambiental já estava disponível antes da Segunda Guerra Mundial, mas havia pouca difusão desse conhecimento, além de serem relativamente poucos os laboratórios especializados, então equipados adequadamente, para medir os níveis de radioatividade no ambiente. A partir dos anos 1940, iniciou-se a era das explosões atômicas e com elas a ejeção de material radioativo pelo ambiente em quantidades maiores. Os radionuclídeos, produzidos nas explosões nucleares em várias partes do mundo, logo permearam a atmosfera, os solos e as cadeias alimentares de tal forma que uma apreensão generalizada começou a se desenvolver, primeiro em certos círculos científicos, e depois entre o público em geral (EISENBUD; GESSEL, 1997).

A conferência sobre os Usos Pacíficos da Energia Nuclear (1955), realizada em Genebra, uma das maiores realizadas com cerca de vinte e cinco mil pessoas. O evento revelou a maioria dos segredos do conhecimento nuclear apresentados pelos países mais avançados no conhecimento atômico, o que deixou as outras nações participantes, que não dominavam ainda a tecnologia nuclear, muito interessadas. Isso incluía o Brasil, que tinha planos para o desenvolvimento de seu programa nuclear.

O Brasil teve participação destacada no conclave internacional, visto que, fizera parte do Comitê Consultivo composto por sete países, em que foi encarregado de organizar e planejar o evento. O General Bernardino de Mattos, presidente da Comissão de Energia Atômica brasileira, foi nomeado como um dos vice-presidentes da conferência.

Cerca de 70 nações compareceram à Conferência de Genebra em 1955. A delegação brasileira apresentou cinco trabalhos selecionados pela Secretária Científica da Conferência para serem apresentados em plenária. Em seu relatório sobre a participação brasileira, O Gen. Mattos esperava que grandes benefícios resultariam da “memorável reunião internacional”, como a cooperação entre as nações “consolidado pelas trocas de informações técnicas e de maior intimidade entre os cientistas” (NETTO, 1955, p. 37). Para José leite Lopes, que atuou como membro da Secretaria Científica, em seu relatório para o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPQ) reforçou que o Brasil deveria aproveitar o legado técnico-científico compartilhado na Conferência e assim unir esforços para “construir quanto antes, nossos conhecimentos experimentais e teóricos neste setor, desenvolver a nossa tecnologia”. (LOPES, 1955, p. 10)

Apesar das ações em prol do uso seguro da energia nuclear, partilhadas no verão de 1955 em Genebra, aumentava-se o temor pelos efeitos da radiação nos seres humanos

provocadas pelas explosões nucleares. Com respeito a esse fato, a Assembleia Geral da ONU propôs a criação de um comitê para coletar e a avaliar informações sobre os níveis e efeitos da radiação ionizante. No final daquele ano, a Assembleia aprovou por unanimidade uma resolução que instituía o Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR).

Com a fundação desse comitê (UNSCEAR, 1955), a ONU reconhecia a importância do problema dos efeitos da radiação ionizante e observava que as nações deveriam colaborar para obtenção de dados, que buscassem a compreensão dessa matéria, para o encaminhamento de futuras soluções. De início, foi sugerida que o Comitê Científico fosse composto por cientistas, acompanhados de respectivos suplentes, de dezesseis países: Argentina, Austrália, Bélgica, Brasil, Canadá, Tchecoslováquia, Egito, França, Índia, Japão, México, Suécia, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, Estados Unidos da América e União das Repúblicas Socialistas Soviéticas. Cada representação deveria produzir relatórios sobre os níveis observados de radiação ionizante e radioatividade do ambiente, e apontar os efeitos dessas radiações sobre o ser humano. Recomendava-se o uso de normas uniformes para a obtenção de dados. O propósito do Comitê seria, portanto, coletar e organizar os dados das pesquisas de todas as nações em relatório bienal a fim de exibir o progresso anual dessas pesquisas e a necessidade de indicar aqueles projetos, que merecessem receber apoio ulterior para aprofundamento das conclusões formuladas em caráter provisório (UNSCEAR, 1955).

5.2.1 O convite para a delegação científica da Comissão das Nações Unidas

Em janeiro de 1956, os conselheiros do CNPq indicam o professor Carlos Chagas Filho e Padre Roser, como delegados científicos brasileiros, para o conclave proposto pelas Nações Unidas sobre os efeitos da radiação atômica[341]. No final do ano anterior, Roser já desconfiava que teria que prestar algum tipo de serviço ao Conselho de Pesquisas por conta da bolsa recebida para realização de suas pesquisas[342], o que acabou se concretizando com essa indicação. Isto o deixou ainda mais preocupado, visto que seu regresso ao Rio de Janeiro estava próximo e com isso mais atribuições. A principal, dar início ao projeto do Instituto de Física, conforme já mencionado.

[341] Processo nº 12/56, Atas do CNPQ, Sessão 302ª do conselho deliberativo do_11/01/1956

[342] Carta encaminhada pelo Padre Roser ao Rev. Padre Provincial_27/11/1955.

O padre parece ter demorado a ficar sabendo sobre a indicação, já que somente no início de março, mês limite que teria para permanecer nos EUA, enviou uma carta para o Padre Provincial comunicando-lhe o convite para compor a delegação científica brasileira[343]. Joaquim da Costa Ribeiro, que estava de viagem a Nova York, alguns dias antes, por conta da reunião da International Atomic Energy Comission (IA.E.C) entregou o documento [344]que dava posse a Roser como representante suplente da delegação brasileira que comporia a Comissão da ONU para assuntos dos efeitos da radiação[345]. Poucos dias depois de tomar conhecimento da nomeação ele comunicou ao Reitor da PUC-RJ.

Roser ainda continuava muito preocupado com o que a comunidade jesuíta brasileira estava pensando de sua demorada estadia em terras norte-americanas (6 anos), isto o deixava bastante receoso[346]. Desse modo, ele precisava articular bem com seus superiores um novo pedido de prorrogação da volta. Em carta, ele deixou seu superior a par da situação, e lhe disse sobre a oportunidade: "Creio, porém, que poderá ser útil para uns tantos contatos etc"[347]. A participação na delegação foi consentida pelo Superior Jesuíta[348].

A partir da resolução 913(x) das Nações Unidas (UNSCEAR, 1955), o Itamarati encaminhou um pedido a recém-criada CEA (Comissão de Energia Atômica), subordinada ao CNPq, os nomes de Roser e Chagas Filho para a primeira composição da delegação brasileira que participaria do comitê sobre os efeitos da radiação atômica.

O itinerário que percorreu nos EUA o habilitava estar na delegação. Sua competência em termos de preparar medidas radioativas alcançada tanto em Chicago quanto em Stanford, sem mencionar o curso de radioisótopos que fizera em Oak Ridge, o habilitava para a função que fora escolhido. Os últimos meses que passou em Fordham ele pode entrar em contato com as modernas técnicas de medições de radiação ambiental que estavam sendo utilizadas por Victor Hess. Essa pequena temporada nos laboratórios de Fordham o qualificariam ainda mais para compor a delegação.

---

[343]Carta encaminhada pelo Padre Roser ao Rev. Padre Provincial_03/03/1956.

[344] Documento que nomeia Roser como membro do comitê, Anexo 8.

[345] Documento de nomeação de Roser, enviado por Jayme de Barros Gomes, Representante Substituto, Encarregado da Missão do Brasil junto as Nações Unidas ao Embaixador Brasileiro em Washington, João Carlos Muniz, 24/02/1956.

[346] Ver cartas que ele comenta isso

[347] Carta encaminhada pelo Padre Roser ao Rev. Padre Provincial, Nova York,03/03/1956

[348] Carta encaminhada pelo Padre Roser ao Rev. Padre Provincial_13/06/1956.

Outras razões podem ser incorporadas para a sua indicação pela CEA para compor junto de Chagas Filho a delegação da UNSCEAR: a primeira seria a sua localização, pois já estava em Nova York, local da reunião. O que, num primeiro momento, o CNPq não precisaria de desembolsar muitos recursos para enviar alguém do Brasil, visto também que a maioria dos físicos, ligados ao conselho, já estavam com suas agendas cheias, como por exemplo as representações na IA.E.C[349]. A segunda razão é que Roser estava à serviço da CEA para aquisição de equipamentos de física nuclear para a comissão[350], sob os auspícios dos conselheiros e membros da comissão como os Gen. Mattos e Baptista Pereira que o encarregaram desses serviços de compras, assim ampliando sua bolsa[351]. As alegações apresentadas podem ser confirmadas nas atas das reuniões do CNPQ. Desse modo, Roser deixou de ser bolsista e passou a ser representante científico brasileiro na ONU, na UNSCEAR. O cientista jesuíta passou a gozar de passaporte especial e de diárias no valor de $ 50,00.[352]

5.2.2 A participação na primeira reunião do comitê

A atuação de Roser como delegado foi exaustiva, pois em muitas reuniões ele esteve apartado de Carlos Chagas Filho, nomeado como vice-presidente daquela Comissão, função que ocuparia até 1962, com isso teve outras agendas. Segundo seus próprios relatos, Roser teve muitos embates de posicionamentos sozinho como os russos nas plenárias, por conta de seu alinhamento com as propostas americanas. Apenas no último dia, Chagas o acompanhou em uma dessas reuniões[353].

A primeira reunião, de março de 1956, da UNSCEAR, propôs que alguns países membros da Nações Unidas colaborassem em pesquisas conforme demandado pela resolução 913(x). Quinze nações[354] ficaram encarregadas de fazer levantamentos sobre os níveis observados de radiação ionizante e radioatividade do ambiente. Ficou acordado que cada uma das nações apresentasse relatórios na próxima reunião, que seria agendada para agosto daquele

[349] *International Atomic Energy Comission*

[350] Carta encaminhada pelo Padre Roser ao Rev. Padre Provincial, Nova York,27/11/1956

[351] Ver anais do CNPq

[352] Carta encaminhada pelo Padre Roser ao Padre Reitor Velloso_07/08/1955; e Atas do CNPQ, Sessão 302ª do conselho deliberativo do_21/03/1956.

[353] Carta encaminhada pelo Padre Roser ao Padre Provincial_26/03/1955.

[354] Argentina, Brasil, Bélgica, EUA, Canadá, Inglaterra, França, Suécia, Índia, Egito, Japão, Australia, México, Tchecoslováquia e URSS.

mesmo ano. Em relação ao curto prazo para a entrega desse levantamento dado pela comissão científica, Roser estava descrente da possibilidade de conseguir, então disse ao Provincial, "a menos de um milagre não se pode obter dentro prazo requirido".[355]

A partir dos Anais da Reunião do Conselho Deliberativo do CNPq, conhecemos melhor as ações tomadas pelo Brasil em cumprimento as deliberações do comitê científico da UNSCEAR em sua primeira reunião[356]. Ficou acordado que países como mais expertise no campo atômico ajudariam os países fora do seleto círculo. O Brasil foi ajudado pelos EUA, que forneceram equipamentos à realização das pesquisas solicitadas pelo comitê.

Por meio da delegação científica, integrada inicialmente por Roser e Chagas Filho, o governo brasileiro organizou um programa de pesquisa em consonância com as ações sugeridas pela UNSCEAR. Esse programa científico se resumia a duas linhas de pesquisa: a primeira, monitorar as partículas radioativas oriundas de testes explosivos nucleares em solo brasileiro (ex. estrôncio e cério), o fallout; a segunda, avaliar e compreender os efeitos biológicos (somáticos e genéticos) em organismos vivos, tanto de radiações externas (provenientes de background natural e artificial), como das internas (por absorção e estocagem no organismo). Padre Roser descreve com as seguintes palavras os motivos dessas pesquisas:

> Sendo que os efeitos biológicos (sobretudo as mutações genéticas) somente [se] manifestam através de várias gerações e sendo que o conhecimento deles se impõe com urgência ainda antes que aumentem os níveis atuais de radiação artificial com riscos, possivelmente, de danos irreparáveis, são de interesse fazer levantamentos e realizar pesquisas em regiões, onde desde tempos imemoriais já existem níveis altos de radiação natural em consequência de materiais radioativos de seu solo. Este proceder permite estudar os efeitos procurados, já acumulados, em retrospectiva (ROSER, 1957).

Regiões como as apontadas por Roser, só poderiam ser encontradas na Índia e no Brasil[357], por possuírem sítios toríferos com a ocorrência de irregularidades radiométricas, cujas intensidades superavam em 10 vezes o background de regiões normais.

---

[355] Idem à nota anterior.

[356] Anais do CNPq, Sessão 325ª do conselho deliberativo do, 25/05/1956

[357] Segundo aquilo que era conhecido então.

No Brasil, as regiões das areias monazíticas[358], principalmente em Guarapari, no Sul do Espírito Santo, e de rochas vulcânicas intrusivas[359], na cidade mineira de Poços de Caldas, ofereciam boa oportunidade para a realização dessas investigações. As regiões apresentavam cenários de estudos distintos. A cidade capixaba oferecia um potencial para o estudo das populações humanas sob efeito contínuo de radiação ionizante de baixas doses. Já na cidade mineira, seria possível estudar os biomas do agreste mineiro sob a ação radioativa. No período compreendido entre 1956 e 1967, algumas expedições científicas, organizadas por Roser e Chagas Filho, foram realizadas nessas regiões e que tinham como meta os levantamentos radiométricos, dosimétricos, medidas atmosféricas e monitoramentos de *fallout*.

De acordo com Carlos Chagas, para realização da pesquisa em *fallout* a equipe já contava com a participação de Bernhard Gross e Marcelo Damy de Souza Santos (1914-2009). Contudo, havia a necessidade de contratação de mais físicos, pois a ideia inicial é que se tivesse pelo menos 20 estações de coleta espalhadas pelo Brasil. Não sabemos se esses pontos foram efetivados e quais seriam os responsáveis[360]. Apenas tivemos acesso aos dados obtidos pelo grupo do Rio de Janeiro liderados por Roser e Gross, que serão retratados em seções posteriores.

Para a realização desse trabalho, Roser e Chagas conseguiram materiais junto a divisão de saúde da A.E.C (Helth Division), através da figura do Dr. Merril Eisenbud (1915-1997), que enviaria para obtenção dos dados folhas de papel gomado, recipiente de coleta para partículas de fallout e um cintilômetro aéreo[361].

A segunda pesquisa estaria mais ligada ao lado biológico, portanto ao campo associado ao professor Carlos Chagas Filho, mas com participação de Roser. O objetivo dessa investigação seria fazer levantamento de dados de áreas geográficas com background elevado de radiação e verificar seus efeitos sobre os organismos vivos (animais e vegetais). Porém, para a realização da pesquisa havia a necessidade da compra de mais equipamentos além daqueles fornecidos pelo comitê da UNSCEAR, orçados em $7.000,00. Esses recursos seriam usados para compra de uma câmara de ionização e outros equipamentos, afora outros pedidos feitos

[358] Monazita é um mineral acessório relativamente comum em rochas ígneas ácidas (granitos, sienitos) e seus pegmatitos. Em rochas sedimentares pode ser encontrado como grãos detríticos. Normalmente, está concentrado em locais com possibilidade de mineração. (RÓCIO, SILVA, *et al.*, 2017)

[359] Em geologia, define-se como rochas que se formam pelo arrefecimento lento do magma, em geral a grandes massas e a grandes profundidades, também chamadas de rochas plutônicas.

[360] Anais do CNPq, Sessão 325ª do conselho deliberativo, 25/05/1956

[361] Não encontramos registros aéreos desses instrumentos.

por Chagas, como: a contratação do Padre Thomas. L. Cullen[362] para auxiliar o Padre Roser nos levantamentos radiométricos; funcionários que cuidassem da parte burocrática da pesquisa como o envio de materiais e documentação exigida ao comitê internacional; também recursos para reuniões com a equipe de pesquisadores das áreas de física, química e biologia que seriam realizadas em Junho com a participação cientistas brasileiros (Marcelo Damy de Souza Santos, Crodowaldo Pavan, Benhard Gross, Roser entre outros), cuja finalidade seria discutir o trabalho a ser realizado para UNSCEAR[363].

A aquisição da câmera de ionização ficou a cargo do Padre Roser devido sua experiência no campo da radiação e pelos conhecimentos em compras de equipamentos e despachos desses materiais para o laboratório da Católica e para CEA. Contudo, ainda seriam necessários alguns outros: um eletrômetro Vibranting Reed; um registrador Esterline Angus, um surveymeter de cintilação; três ou quatro câmeras de ionização tipo usual; um pulse-amplifier; um registrador eletrônico e outros elementos[364].

Em reunião do conselho sobre esse fato, Chagas esclareceu:

> Desejava dar essas explicações que mostram que embora seja apreciável a soma que nós entregaremos ao Padre Roser, ele tem credenciais, não só de ordem moral, como também de ordem técnica, para merecê-las. É um excelente físico. Está há anos realizando pesquisas neste assunto e, além disso, a despesa do Brasil é apenas uma fração daquela oferecida pelo governo americano não só pela simpatia que eles acompanham nosso trabalho como porque uma das determinações do nosso comitê foi a de que as nações mais adequadamente aparelhadas deveriam prestar o máximo de colaboração às outras...[365]

Os relatórios obtidos com as pesquisas por cada delegação deveriam ser encaminhados para a UNSCEAR, no início do mês de agosto. A *Helth Division* elaborou técnicas especiais para a obtenção dos dados a partir da retenção das partículas radioativas nos filtros, que foram cedidas aos brasileiros pela *Navy Research Laboratory* (NRL), de Washington, EUA, também para a determinação uniforme das medidas de background radioativo do solo.

Destacamos uma situação importante no período em que Roser esteve em Nova York por conta da nomeação ao comitê científico internacional. Enquanto Joaquim da Costa Ribeiro esteve na cidade Roser o apresentou para o pessoal na NRL, órgão que financiava muitas

[362] Roser e Chagas, ainda nos EUA por conta do conclave, esperavam trazer Dr. H. Miranda, especialista em medidas de radiação ambiental e amigo de Dr. Hess, mas por motivos que desconhecemos, Cullen foi seu substituto.

[363] CNPq _Processo_1925/56, Ata da Sessão 325ª do conselho deliberativo, 25/05/1956

[364] Os outros elementos eram miudezas que não foram descritas nas Atas do CNPq

[365] Anais do CNPq, Sessão 325ª do conselho deliberativo do_25/05/1956

pesquisas nos laboratórios científicos americanos. Na ocasião, por intermédio do Ano Geofísico que se realizaria (1957-1958), a NRL concedeu três bolsas ao CNPq para o desenvolvimento de pesquisas nesse campo de investigação, sendo que uma delas, Costa Ribeiro consignou a Roser[366].

O prestígio de Roser estava elevado junto ao governo brasileiro. Na Páscoa, ele rezou missa na Igreja Santo Inácio de Loyla, em Nova York, com a presença de mais de 50 brasileiros, na qual foi noticiada numa publicação da embaixada brasileira[367]. Na ocasião, Roser ficou muito satisfeito com a religiosidade dos homens do conselho que tinha proximidade por conta do conclave. Escreveu ao Provincial: "Foi uma espécie de surpresa para mim, verificar que tanto o Prof. Costa Ribeiro (o que já sabia) como também Carlos Chagas são católicos praticantes fervorosos e que também no grupo do demais brasileiros residentes aqui o número deles é bem elevado. Tivemos mais de 50 na comunhão Paschal [sic]"[368].

5.2.3 Sobre o Padre Cullen

Pe. Tomas Lynch Cullen, S.J. (1917-1985) (**Figura 33**), americano, da Província Jesuíta de Nova York. Formou-se em física pela Universidade de Fordham, doutorou-se com V. Hess. Lecionou no Colégio Jesuíta Shurb Oak, sua especialidade estava na detecção de partículas radioativas por procedimentos respiratórios. Após a morte de Roser, ele se tornou o diretor do IF-PUC-RJ.

Devido ao pouco tempo para investigação e obtenção dos resultados para a próxima reunião da UNSCEAR, em agosto do mesmo ano. Roser e Chagas Filho decidiram, com apoio do CNPq, contratar um físico experiente na área de radiação ambiental para ajudá-los na obtenção dos resultados. Inicialmente convidaram Dr. H. Miranda[369], especialista em medições de radiação ambiental, que trabalhava com Hess. Mas, por razões desconhecidas, sua vinda não foi possível. Roser então cooptou para a função um outro pesquisador, que também pertencia ao grupo de Hess, o também jesuíta, Padre Cullen.

---

[366] Anais do CNPq, Sessão 325ª do conselho deliberativo do_24/04/1956

[367] Boletim Radiotelegráfico da Embaixada Brasileira em Washington, 19/04/1956, APBCJ.

[368] Carta de Roser ao Provincial, Nova York, 22/04/1956, APBCJ

[369] Sem muitas informações sobre os cientistas.

Roser explica as circunstâncias da chegada do Padre Cullen ao Brasil, que vinha para auxiliá-lo por dois meses sob os auspícios da Comissão de Energia Atômica[370] do Conselho Nacional de Pesquisa, sob o processo 1925/56.

Figura 33- Padre Cullen, à direita, e Padre Roser, à esquerda, caminhando no Campus Gávea, 1958.

Fonte: NMPUC. (foto publicada na Revista Manchete, 1958)

> Para me ajudar na empresa de elaborar um estudo sobre as condições radioativas do [Brasil] a ser apresentado às Nações Unidas, o Conselho de Pesquisas está pensando contratar (segundo proposta minha) um físico americano que me ajudará levar [adiante] as medições e a organização dos dados (que devem ser concluídas até 1. de agosto pv.). Sendo que o homem que, primeiro, tínhamos em vista provavelmente não poderá vir, haveria a possibilidade de convidar o P. Thomas Cullen S.J., jovem cientista, antigo aluno do prof. Hess e, atualmente, professor de física do novo escolasticado de N.Y. em Shurb Oak. É bom cientista e excelente religioso (como bom irlandês)". [371]

[370] A comissão foi o embrião para a criação da CNEN em 1956.

[371] Carta de Roser ao Provincial, Nova York, 22/04/1956, APBCJ

Roser ao trazer o Padre Cullen, pensava também em inspirar os jesuítas brasileiros a buscar formação científica nos EUA, por exemplo em Shurb Oak, estreitando os laços entre as províncias. Portanto, pediu ao novo Reitor da PUC, Padre Alonso (1901-1990)[372], acomodações para o padre visitante.

Pe. Cullen, desde seu primeiro trabalho com Pe. Roser que organizava expedições científicas no Brasil. Nos primeiros anos em colaboração com Roser Programa de Radiação Ambiental subvencionado pelo CNPq e CNEN. No início dos anos 1960, quando o Instituto de Física já funcionava como curso de formação, Cullen foi transferido da Província de Nova York para a do Rio de Janeiro, para ser um dos professores da PUC-Rio. Podemos dizer que havia sintonia entre Roser e Cullen, ambos se tornaram parceiros em vários empreendimentos científicos na universidade (Figura 34).

Figura 34- Padres Cullen (em pé) e Roser (sentado) no Laboratório de Física da PUC-Rio, 1958.

Fonte: NMPUC.

[372] Doutor em Ciências Eclesiásticas em 1931.

5.2.4 O primeiro relatório apresentado pela delegação brasileira na reunião de agosto de 1956 da Comissão das Nações Unidas

O relatório entregue pelo comitê científico brasileiro à ONU era composto de duas partes: a primeira referente às pesquisas de "fallout" que foram realizadas por Bernhard Gross, então Diretor do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), com a colaboração de seus assistentes Günther Kegel[373] e Arthur Aron[374], após coleta de ar atmosférico, com a utilização de filtros especialmente preparados para radioatividade atmosférica. Esses trabalhos foram realizados de maio a agosto de 1956 e tiveram o apoio de Roser que ficou responsável por duas estações no Campus Gávea (KEGEL, 1956).

A segunda parte do documento, encarregada por Roser, discutia os níveis de radioatividade natural em algumas regiões selecionadas do Brasil. Essas pesquisas tiveram apoio do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e as Companhias PROSPEC[375] e LASA[376]. Estas últimas prestaram assistência nos levantamentos aerocintilométrico[377]. Segundo Carlos Chagas Filho, em plenária do CNPq, o relatório continha também os problemas técnicos e científicos decorrentes dos levantamentos realizados, não mencionados na ocasião[378].

Nas próximas seções vamos apresentar as pesquisas realizadas por Roser no período de 1956-1967, como delegado da UNSCEAR. Ao mesmo tempo que funda o IF-PUC e passa a organizar a área da pesquisa e do ensino. Preparamos as próximas seções da seguinte forma: primeiro abordaremos o monitoramento de fallout; depois as investigações em radioatividade natural, divididas em três partes, Guarapari (ES), Morro do Ferro (MG) e outras localidades radioativas. Por fim, apresentaremos a rede de colaboração de Roser.

---

[373] Atualmente Professor Emérito da Universidade Pública de Massachussetts (Umass Lowell)

[374] Sem referências

[375] Empresa de prospecção geológica que operava no território brasileiro, fornecia serviços especializados de Aerofotogrametria e de Aerogeofísica principalmente aos órgãos governamentais que se dedicavam à pesquisa mineral, e também às empresas privadas do setor.

[376] Levantamentos Aerocintilométricos S.A, empresa responsável por prospecção geológica por vias aéreas.

[377] Mapeamento geológico, prospecção dos minerais radioativos e associados e localização das fraturas geológicas recobertas.

[378] Anais do CNPq, Sessão 325ª do conselho deliberativo do_26/09/1956

5.3 AS PESQUISAS SOBRE FALLOUT

A colaboração da delegação brasileira para a compreensão mundial dos efeitos da radiação ionizante sobre os seres vivos perpassava por questões em aberto sobre as explosões nucleares que se tornavam frequentes à medida que as nações passaram a dominar a tecnologia nuclear. Uma dessas questões procurava explicação para o espalhamento desses produtos da fissão dos testes nucleares ao redor do mundo. Havia pouca compreensão do mecanismo de transporte atmosférico naquela época, desse modo, se conhecia pouco o processo de difusão das partículas radioativas pelos continentes. Então, distribuir mais estações de coleta de fallout em vária partes do mundo permitiria um melhor mapeamento dessas precipitações oriundas das explosões nucleares experimentais.

5.3.1 O que são fallouts

Imediatamente após a explosão de uma bomba nuclear são liberadas toneladas de detritos na atmosfera, como produtos da fissão. No solo, ficam depositados em torno da explosão, constituindo uma enorme fonte de raios gama[379]. Do material ejetado na atmosfera, há muitos radioisótopos[380], em sua maioria de meia-vida curta e pouco nocivos aos seres humanos. Contudo, existem radioisótopos de meia-vida longa que podem ser nocivos à saúde humana. Principalmente os que podem ser absorvidos pelo corpo humano, por possuírem propriedades químicas equivalentes àqueles que são naturalmente necessários para a fisiologia animal e vegetal, tal como Sr^{90} e Cs^{137}. Como produto de fissão de uma bomba atômica também podem ser liberados partículas de urânio e plutônio que podem se precipitar e contaminar humanos, mas não havia notificação de nenhum caso desses à época (UNSCEAR, 1958).

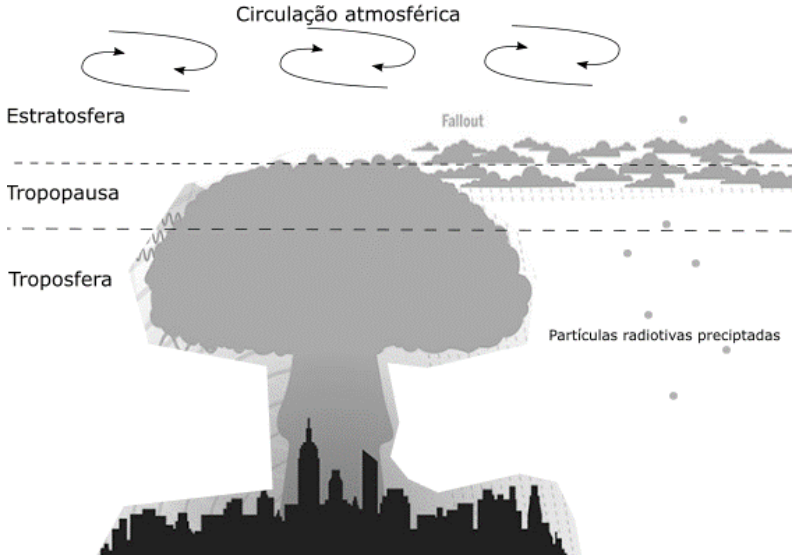
Outra coisa pouco compreendida era o mecanismo de transporte das partículas por fallout através da atmosfera. Sabia-se que o topo do “cogumelo nuclear” não passava da

[379] Radiação eletromagnética com comprimento de onda entre 10^{-10} metros e 10^{-14} metros e energia entre 10 quiloelétrons-volt e 10 megaelétrons-volt, produzida quando um núcleo atômico passa para um estado de menor excitação; radiação gama.

[380] É um átomo que tem excesso de energia nuclear, tornando-o instável. Esse excesso de energia pode ser usado de uma das três maneiras: emitida a partir do núcleo como radiação gama; transferido para um de seus elétrons para liberá-lo como conversão eletrônica; ou usado para criar e emitir uma nova partícula (partícula alfa ou partícula beta) do núcleo. Durante esses processos, diz-se que o radionuclídeo sofre decaimento radioativo.

tropopausa[381], no entanto muitos radioisótopos estimulados pelo enorme calor interno gerado pela explosão ganhavam energia suficiente para alcançar a estratosfera[382] formando aglomerações (tipo nuvens de partículas ativas). Onde permaneciam por cerca de três semanas até serem precipitados, geralmente por chuva, ou reencaminhados para a troposfera[383]. Como as partículas se desprendiam dessas aglomerações, ou se comportavam nessa camada se deslocando de uma latitude para outra era um problema em aberto (Figura 35).

Figura 35- Diagrama explicativo sobre a produção de *fallout* por explosões nucleares.



Nota: O topo do cogumelo nuclear chega atingir o início da estratosfera lançando partículas radioativas que ficam em suspensão nessa camada. Na estratosfera movimentos circulatórios do ar transportam as partículas por longas distâncias até precipitar como *fallout*.

As medidas realizadas pela comunidade científica se dividiam em três: Através de sistemas de filtragem do ar, com a utilização de papel gomado. Esse processo era feito diariamente pelas 350 estações de coleta espelhados pelo mundo[384]. Também havia o processo de precipitação eletrostática e de distribuição vertical que era coletada por aviões ou balões. A finalidade desse último instrumento seria quantificar a presença dessas partículas ao longo da altitude de uma certa localidade. O que ficara demonstrado com as coletas é que a concentração

[381] É a camada intermediária entre a troposfera e a estratosfera, situada a uma altura média em torno de 17 km no equador.

[382] É uma das camadas da atmosfera terrestre, localizada entre a troposfera e a mesosfera (11 km a 50 km de altitude)

[383] É a camada atmosférica mais próxima da superfície terrestre, com uma média de aproximadamente 12 km de altitude

[384] Vide relatório da UNSCEAR (1958)

aumentava com altitude como era esperado. Essas pesquisas não eram realizadas em todos os países, portanto havia poucos dados. O grupo brasileiro só relatou o uso do sistema de filtragem para a colaboração internacional, que será explicado adiante.

5.3.2 As primeiras pesquisas em fallout no Brasil realizadas pela delegação brasileira

Entre maio e agosto de 1956, o grupo do INT, liderado por Bernhard Gross, ficou incumbido de iniciar as pesquisas. Seus assistentes, Günter Kegel e Arthur Aron, ficaram responsáveis por montarem os primeiros aparatos experimentais e fazerem as primeiras medidas, que deveriam ser apresentadas na reunião do comitê científico internacional em agosto daquele ano. Das vinte medidas realizadas, dezoito foram executadas no INT por eles, e as outras duas na PUC, por Roser. A explicação para a pouca contribuição de Roser foi sua chegada tardia dos EUA, em razão das compras de matérias e equipamentos para enviar para o Brasil, e por se dividir simultaneamente com os levantamentos radiométricos em Guarapari e Morro do Ferro.

Para a obtenção de resultados equivalentes pelas nações, o comitê científico internacional padronizou a realização das pesquisas. O aparato experimental foi cedido pela A.E.C para a realização das pesquisas. A Health Division da A.E.C. encaminhou para o Brasil as folhas de papel gomado para a coleta de partículas radioativas por meio de sistema de filtragem[385]. Segundo Kegel (KEGEL, 1956), O processo consistia na circulação do ar atmosférico através de um filtro especial sugado por aspirador. O filtro, a base de amianto, tinha a propriedade de reter substâncias ionizadas e adsorvidas a partículas de poeira. O sistema permanecia em funcionamento de 8 a 16 h por dia, depois os filtros eram retirados do aparato experimental e sua atividade era medida por um contador de raios beta[386]. Usou-se também contadores metálicos, com finas paredes de alumínio montadas num castelo de chumbo, com paredes espessas do mesmo material. Os filtros eram enrolados em torno dos contadores obtendo a melhor forma de se medir a atividade dos coletores. O procedimento descrito por Kegel também foi adotado por Roser nas duas estações colocadas na PUC, porque era o método sugerido pelo comitê científico internacional sobre o tema.

Na ocasião da publicação do artigo, não houve uma grande descoberta no período de investigação. Em toda medida de radioatividade atmosférica levava-se em consideração a

[385] CNPq_Processo_1925/56, Ata da Sessão 325ª do conselho deliberativo do_25/05/1956

[386] É uma forma de radiação ionizante emitida por certos tipos de núcleos radioativos.

radioatividade natural produzida por gases radioativos oriundos de rochas ígneas[387], que podem se movimentar na troposfera pela atividade circulatória da própria atmosfera. Günter Kegel relatou que após subtrair os valores desse background, encontrou uma fraca radiação residual, atribuindo-a a fissão de urânio. Visto que a análise gráfica apontava para um decaimento hiperbólico, não mais exponencial como esperado pelo experimentador.[388]

Ainda em 1956, o grupo do INT publicou mais dois trabalhos (ARON, 1956; KEGEL, 1956). Um sobre a eficiência de absorvedores de produtos de fallout, em que se testaram quatorze tipos absorvedores cuja relação entre o fluxo e a espessura estavam de acordo com a proposta da A.E.C. O outro detalha as características e desempenho de dois tipos de filtros usados nas pesquisas de *fallout*. Esses materiais foram cedidos pelo CNPq e pela NRL. O segundo se mostrou 20% mais eficaz no processo de retenção de partículas ativas. Essa pesquisa teve a discreta participação da dupla da PUC, já que dois filtros foram colocados no Campus Gávea e utilizados para análise. O trabalho também relata que nos meses de junho e julho os índices de radioatividade no ar atmosférico mostraram índices elevados, cerca de 10 vezes superior à produzida normalmente pela presença dos gases de radônio. Os valores obtidos nos experimentos foram atribuídos a testes nucleares ocorridos no hemisfério norte (por americanos e britânicos) a partir das curvas de decaimento de produtos de fissão (ARON; MEYER; CASTRO, 1961).

5.3.3 A reunião da Comissão das Nações Unidas de 1958

Nas duas primeiras reuniões do comitê científico internacional convocado pela Organização da Nações Unidas em 1956, a participação brasileira foi discreta, afinal não se tinha tradição no conhecimento científico e tecnológico nuclear, nem de seus excrementos. A posição que os cabia era colaborar com os estudos propostos pelo comitê marcando posição entre as nações mais avançadas no assunto, aprendendo sobre como avaliar os riscos que a radioatividade poderia produzir nos organismos vivos e estabelecendo medidas de proteção. Não há registro da reunião que ocorreu em agosto de 1956 nos arquivos disponibilizados pela UNSCEAR[389]. Deduzimos que a parte do programa de pesquisa que tratava de *fallout* foi basicamente o apresentado pelo grupo do INT e já discutido na seção acima. A parte sobre a

[387] São rochas que se formaram pelo resfriamento e solidificação de um magma

[388] O artigo não apresentou resultados gráficos, a análise foi apresentada de forma escrita.

[389] www.unscear.org

radioatividade natural de áreas brasileiras consideramos que foi apresentada por Roser na Revista Ciência e Cultura (ROSER, 1957), que será discutido nas próximas seções referente a Guarapari e a Morro do Ferro (seção 0).

Para a reunião de 1958, realizada em Nova York, a delegação brasileira que contava com Carlos Chagas Filho, Padre Roser e Bernhard Gross, que participou da segunda reunião de 1956, foi reforçada por Crodowaldo Pavan[390] (1919-2009) e Nelson Libânio[391] (Figura 36). As reuniões apresentavam discussões e análises dos dados coletados com base na literatura científica corrente sobre o assunto, que eram relatadas em documentos submetidos anualmente para avaliações e apuração das sessões da UNSCEAR e, ao final do ciclo, as revisões substantivas eram publicadas. Assim cada sessão era constituída por delegações que estivessem debruçadas sobre assuntos comuns. (Figura 37).

Figura 36- Participação da delegação brasileira da reunião da UNSCEAR de 1958.

Na foto: N. Libânio, C. Pavan, C. Chagas Filho e Pe. Roser (esq. p. dir.).

[390] Departamento de Biologia da USP.

[391] Sem referências

Figura 37- Pe. Roser na reunião da UNSCEAR de 1958.

Pe. Roser tomando notas e Benhard Gross examinando algum documento em plenária sobre radiação artificial produzida por testes nucleares na reunião da UNSCEAR de 1958

Figura 38 - Pe. Roser participando de uma seção da UNSCEAR com representantes de outros países na reunião de 1958.

5.3.4 A captura da partícula ionizante de alta atividade

O regresso de Padre Roser ao Brasil lhe trouxe muitas tarefas como imaginava. Além de ter que organizar o instituto científico, que já faria parte de seu trabalho natural, ele também estava a serviço do CNPq e do próprio comitê internacional. A colaboração do Padre Cullen se dava de forma esporádica condicionada a subvenção do conselho de pesquisa e da liberação da Província de Nova York. Desse modo, o fantasma da assistência em seu trabalho voltava a rondá-lo, mas dessa vez de forma real, não mais como uma projeção. No entanto, como havia interesse político no desenvolvimento das pesquisas sobre radioatividade ambiental, Roser conseguira estagiários para auxiliá-lo em seu trabalho: Antônio César Olinto[392] (1937) e Sergio da Costa Ribeiro[393] (1937-1995), com subvenção do CNPq.

De imediato, Roser os colocou para montar os equipamentos que comprou nos EUA e na organização do laboratório. Muitos equipamentos tinham suas peças comprado em separado para serem montados aqui no Brasil. Assim, sob a supervisão de Roser, os estagiários tinham a tarefa de montar os equipamentos. Esse procedimento foi adquirido por Roser nos laboratórios dos departamentos de física de Stanford e Chicago, onde essa prática era rotineira. Esse fato é confirmado por Olinto:

> "]Então, nós começamos, Sérgio e eu, no laboratório, interagindo com medidores, contador Geiger, montando – a gente montou muito, ele encomendou, a gente chamava de "Rif Kit", que eram aparelhos de física, voltímetro, amperímetro, coisas para medir circuitos eletrônicos, mas que vinham só as peças e a gente tinha que montar – porque era muito mais barato. Então a gente começou montando peças, montando aparelhos. Depois, medindo também muito cápsulas de radioatividade, para calibrar aparelhos, etc.[394]

Eles também ficaram encarregados de acompanhar os experimentos de *fallout*, já que uma das estações de monitoramento estava no campus da PUC. Assim, habitualmente, eles pegavam os filtros e faziam medidas radioativas no coletor anotando os níveis encontrados no período.

---

[392] PhD em Física pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) e primeiro colocado no curso de Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Na PUC-Rio foi diretor fundador do Rio Data-centro e dos Departamentos de Matemática e de Informática. Diretor do LNCC.

[393] Doutor em Física pela USP de São Carlos, 1964. Professor Associado, departamento de Física, PUC do Rio de Janeiro desde 1967, cedido ao Laboratório Nacional de Computação Científica do CNPq. Coordenador do Programa de Estudos em Política de Educação Superior, SESU/MEC, Brasília, DF, 1986 a 1987

[394] Entrevista concedida por Antônio Cesar Olinto aos autores em 14/08/2018, na Biblioteca do CBPF.

Durante o ano de 1957, uma partícula de alta radioatividade foi capturada na estação da Gávea, que deu origem a publicação na Revista Acta Physica Austriaca (ROSER et al., 1958), da Sociedade de Física da Áustria e publicados também nos relatórios da delegação com a apresentação na seção plenária do evento (UNSCEAR, 1958, p. 123, 207).

> Durante um ano a gente fez isso [montagem de equipamentos] e começamos a fazer uma experiência interessante, que era, no quinto andar, no parapeito de uma das janelas lá do prédio da PUC, colocávamos um feltro num ventilador ao contrário, que puxava o ar, sugador. Então, ficava puxando o ar e de oito em oito horas a gente pegava aquele feltro e media para saber qual era o índice de radioatividade, e foi assim que de repente veio uma partícula altamente radioativa que deu aquele artigo para a física. Eu, às vezes, meia noite tinha que ir lá para trocar o filtro, medir e coisa e fizemos isso durante muito tempo.[395]

O exame do artigo publicado na Acta Physica (ROSER et al., 1958) nos mostra a colaboração entre o grupo do INT, liderado por Gross e da PUC, por Roser. O primeiro grupo era mais preparado em análises teóricas e na utilização de ferramentas matemáticas avançadas. Encontramos algumas dessas ferramentas para análise da atividade da partícula radioativa. Além das ferramentas de análises normais de partículas radioativas, como leis de decaimento e curvas de absorção o grupo utilizou a transformada de Gross para determinação dos espectros de energia da radiação. Os métodos empregados levaram o grupo a inferir o tamanho e massa da partícula, os elementos químicos presentes na amostra radioativa (Cr^{144} e Sr^{90}), e também a sua origem, que de acordo com os cálculos seria proveniente da explosão da bomba H inglesa detonada nas Ilhas Christmas, no Oceano Pacífico, em maio de 1957 (ROSER, 1958).

Com base nos relatórios da UNSCEAR (1958), os valores de atividade radioativa medidos pela delegação brasileira foram os únicos da América do Sul e os menores obtidos comparados com os dados levantados e divulgados por outros países. O valor registrado foi de $0{,}5x10^{-16}$ C/l, cerca de 100 vezes menor do que registrado no Japão. País com mais ocorrências de atividades de fallout, três no período de 1956-1958. Esse estudo incluiu 12 países e a média global ficou em $9{,}03 \times 10^{-16}$ C/l. Apenas dois países não registraram nenhuma atividade nesse período, Suécia e Egito.

Em comunicação publicada nos Anais da ABC, Roser apresentou um desdobramento da pesquisa, mostrando interesse no transporte atmosférico das partículas de *fallout* (ROSER, 1958). Esse tópico de pesquisa era de interesse do Comitê sobre Efeitos da Radiação das Nações Unidas, e por ser um assunto interdisciplinar, chamou também sua atenção para esse tema. Roser sempre foi um crítico da física predominantemente teórica e matematizada, em textos

[395] Idem à nota 39493

anteriores, da época que lecionava no noviciado no Colégio Anchieta, suas ideias eram de que os métodos da física teórica poderiam colaborar com outras áreas do conhecimento para que se chegasse a um conhecimento mais profundo da natureza, conforme os filósofos naturais trabalhavam para atingir o conhecimento sobre as coisas, no fim da idade média como visto no capítulo 3 desta tese. Desse modo, atacar o problema do transporte de fallout pelas correntes atmosféricas apresentava uma interface entre a física, matemática e as ciências meteorológicas, lhe permitia contribuir para a compreensão mais elaborada de todo o processo de contaminação ambiental por radioatividade pós-testes nucleares:

> A matemática das grandezas (que deixarão de ser então os objetos primários) terá que se transformar para isto numa matemática de formas (que se sobreporão às primeiras como casos limites mais gerais). Destas transformações futuras podemos reconhecer nas equações integrais, nos problemas variacionais, na geometria das relações (topologia), os primeiros inícios fragmentários, assim como foram métodos de exaustão e o problema das tangentes e os precursores da análise. Esta transformação poderá dotar a biologia (e a nova física) de um instrumento poderoso, comparável ao que foi o método de Leibniz e Newton para macrofísica clássica (ROSER, 1946).

Na comunicação, explicou que no processo de condensação dos produtos de fissão são adsorvidos em partículas sólidas, podendo atingir e ultrapassar a tropopausa, assim serem levadas por circulação das massas de ar atmosférico e depois de certo tempo se precipitar em várias regiões do globo. A condensação torna a partícula maior em tamanho que pode ser estimada pelos cálculos teóricos empregados. Por exemplo, no caso da partícula detectada e apresentada no artigo, o tamanho medido foi de 8μm, cerca de 16 vezes maior do que a partícula ativa contida.

Roser termina asseverando que o estudo das partículas de *fallout* não só ajudam os meteorologistas a compreenderem melhor o transporte de massas de ar pelo globo, mas também no entendimento dos efeitos da radiação sobre os seres vivos através da absorção dessas partículas pelo corpo humano. Como sugestão de futuros trabalhos, ele destaca a necessidade de se fazer um estudo granulométrico das partículas da atmosfera, mas não explica o porquê do estudo, nem leva a sugestão adiante em investigações subsequentes.

Em trabalho posterior (ROSER; OLINTO, 1959), o jesuíta aprofunda suas análises sobre o transporte de partículas radioativas pela atmosfera. Inicia explicando como atmosfera pode ser contaminada. Por processos naturais a partir das rochas ígneas que produzem gases radônio ou torônio, dependendo da natureza do mineral. Esses gases uma vez na tropopausa ficam sujeitas a circulação dos ventos, seus valores são baixos e inofensivos aos seres vivos. O

outro processo é artificial está associado as explosões nucleares, materializados pela precipitação de *fallout*.

Por meio desses fundamentos, Padre informa que os valores registrados nas estações de *fallout* do Rio de Janeiro estiveram sujeitas a circulação atmosférica. Dois fatos fundamentaram o argumento sustentado na comunicação: 1) mudanças nos ventos provocadas por movimentos de massa de ar (anticiclones) elevaram os níveis de ar atmosférico contaminado; 2) diminuição de ar oriunda dos oceanos trazendo chuva (frentes frias). Essas ocorrências produziram um aumento de 100% nos índices de contaminação atmosférica radioativa detectadas em seu laboratório na Gávea.

Roser desenvolve seus argumentos fundamentado a partir de acontecimentos meteorológicos estabelecendo uma correlação entre os fenômenos atmosféricos e as variações de atividade radioativa medidas por seus instrumentos. Por conseguinte, ele observou que

> em dependência do regime dinâmico das massas de ar possam ocorrer as grandes variações de contaminação radioativa da ordem de 20 a 30 **vezes** acima aludidos. Os limites extremos da concentração durante o período a que se refere o presente trabalho (agosto de 59) chegaram a abranger o fato variações de aproximadamente 1800% (180 **vezes**). (ROSER; OLINTO, 1959, p. 43, grifos nossos)

A primeira contribuição do grupo da Biofísica da Universidade do Brasil, liderados por Carlos Chagas Filho para as pesquisas sobre *fallout* no Brasil, a qual tivemos acesso, foram conduzidas por Eduardo Penna-Franca (1927-2007) conduziu um estudo para verificar a contaminação por Sr^{90} em ossos de fetos natimortos com utilização de método protocolar da Divisão de saúde da A.E.C. Os resultados encontrados foram compatíveis com os obtidos em outras pesquisas internacionais (FRANCA; COELHO, 1959).

5.3.5 A criação do Instituto de Física da PUC-Rio e outras atividades realizadas por Roser no período (1956-1959)

Durante os primeiros anos de pesquisas de monitoramento de *fallout*, os grupos tanto da PUC quanto do INT mantiveram suas estações montadas, coletando dados das precipitações radioativas como colaboração aos estudos da UNSCEAR. Em paralelo, Roser se pôs a realizar inúmeras atividades com intuito de organizar e estabelecer o recém-criado Instituto de Física, mas que três anos depois passou a ser chamado de Instituto Costa Ribeiro de Física e Matemática (1959-1960), homenageando o respeitável cientista de seu tempo, católico e importante interlocutor de seus projetos junto ao CNPq. Esse instituto estava abrigado dentro

do Instituto de Ciências que seria composto pelos institutos de física, matemática e química sem pertencimento a faculdade de filosofia contrapondo-se ao que era padrão na época (PUC-RIO, 1958) (PUC-RIO, 1960).

Desde o início, os objetivos do instituto eram de realizar pesquisas no campo da física nuclear e de transformar o ensino de física ofertados na universidade, torná-lo mais eficiente e científico. De acordo com o Anuário da instituição, o melhoramento educacional se daria pela centralização de todos os cursos científicos ministrados na universidade que deveriam ser ofertados em um único local, sob a mesma diretriz.

> Esta eficiência e elevação de nível didático podem ser obtidos mais facilmente com a centralização do ensino de Física de maneira a aproveitar ao máximo as facilidades e instalações das quais disporá o Instituto de Física.
>
> Pretende-se combinar intimamente o ensino teórico das aulas (o "know why") Com o treinamento prático dos laboratórios ("know how") fazendo disto uma operação de tempo integral obrigatória para professores e alunos (PUC-RIO, 1958, p. 180).

A missão institucional do IF-PUC seria a de formar professores de física em vários níveis versados na ciência moderna e de cientistas habilitados a compor a massa de profissionais especializados a colaborar com o projeto nacional de desenvolvimento científico-tecnológico do país. Esses eram os maiores propósitos do instituto criado por Roser. Incluía-se também oferecer ambiente de pesquisa científica não só para a comunidade da PUC como também para outras instituições. Do ponto de vista organizacional, o IF disporia de dois departamentos: ensino e pesquisa. O segundo, o que nos interessa na tese, deveria promover seminários, preparar laboratórios para o desenvolvimento de pesquisas, realizar publicações, em especial o desenvolvimento de pesquisas radioativas. Dentre as atividades realizadas e participadas pelo Pe. Roser para além do IF-PUC, no período, destacamos algumas a seguir.

Em 1957, ele participou da seção de encerramento da IX Reunião Anual da SBPC realizada no Rio de Janeiro, proferindo uma conferência publicada na Revista Ciência e Cultura, em que discorreu sobre o ensino universitário de ciências[396], também apresentaram conferências na ocasião, Darcy Ribeiro[397] (1922-1997) e Paulo de Góes[398] (1913-1982) As propostas estavam alinhadas com o ensino universitário americano, como a conjugação de ensino e pesquisa desde o início da graduação.

---

[396] Revista Ciência Cultura, P. 262, Vol 9, nº4,1957. O título da Palestra: “Restruturação sadia das tarefas do ensino de modo a desenvolver os estudos no nível undergraduate”

[397] Antropólogo e Historiador

[398] Microbiologista

Padre Roser, Benhard Gross e Carlos Chagas, em atendimento a solicitação do último, no processo de 1925/26, também ofertaram cursos para formação de recursos humanos na Universidade do Brasil, conforme pudemos verificar na Revista Ciência e Cultura de 1957[399]. Ambos proferiram conferências na sessão inaugural do evento, realizado em meados do ano de 1957, contando com a presença de cientistas de diversos estados. Roser falou sobre os efeitos da radioatividade natural sobre os seres vivos. O evento foi apoiado pela CNEN.

Outra atividade importante, a participação de Roser na 4ª Reunião de Físicos com representantes do CNPq, onde reivindicou-se de verbas para setor. Nessa reunião havia dezenove físicos de várias regiões do país, dentre eles Hervásio de Cravalho, J. Tiomno, César Lattes, Guido Beck, Costa Ribeiro, Oscar Sala, Marcelo Damy, Leite Lopes entre outros[400]. Por ocasião da reunião, o IF-PUC conseguiu recursos no valor de um milhão de cruzeiros e sessenta mil cruzeiros (Cr$ 1.060.000,00) para compra de equipamentos[401].

No ano de 1958, Roser levantou cerca de 400 mil cruzeiros (Cr$ 400.000,00) para o recém-criado laboratório da PUC para realizar as seguintes ações: contratação de serviços técnicos e assistência técnica; realização do curso de radioterapia ofertado pela PUC; gastos com a pesquisas em radioatividade atmosférica; instalação de oficina mecânica; e aquisição de material adicional para o plano de renovação de ensino de física, a ser realizado em colaboração com a CAPES[402].

A presença do Padre Roser na segunda metade dos anos 1950 em vários círculos científicos é notória. A qual demonstra seu dinamismo, seu potencial empreendedor para buscar recursos para seu laboratório. Paralelamente, se coloca junto a outros físicos para decidir os rumos da física no Brasil. Debate propostas sobre quais pesquisas seriam de interesse da área, opinava sobre as compras de equipamentos, realização de cursos e inovações curriculares para a formação de uma futura gerações de físicos (Figura 39).

[399] Revista Ciência e Cultura, p. 262, vol. 9, nº 4, 1957, título Estudos sobre a Radioatividade.

[400] Revista Ciência e Cultura, p.41, Vol. 10, nº1, 1958. Reivindicação de verbas para pesquisas de física

[401] Ata 501ª sessão do conselho deliberativo do CNPq _10/12/1959, processo 5435/39.

[402] Ata 408ª sessão do conselho deliberativo do CNPq _03/01/1958, processos 573-576/58

Também esteve presente ao lado dos cientistas mais importantes de seu tempo na II Escola Latino-Americano de Física (ELAF) realizada no Rio de Janeiro, no CBPF[403]. A física nuclear foi o assunto discutido nesse evento. A escola recebeu cientistas de várias partes do mundo e contou com a presença do prêmio Nobel de 1957, o professor C. N. Yang[404].

Figura 39- Reunião de Físicos no CNPq (1961).

Participaram, entre outros, Orsini, Álvaro de Morais, Newton Braga, Hans Stammreich, Guido Beck, Elisa Frota-Pessoa, Mário Schemberg, Padre F.X. Roser, Darcy Dillenburg, Gehard Jacob.

Simultaneamente aos compromissos científicos e a organização do IF-PUC, visando a composição entre pesquisa e ensino, Padre Roser monta junto com Bernhard Gross um laboratório de radioatividade e dosimetria, com apoio da CNEN[405], também inicia a implementação do reator atômico de íons do tipo Van de Graaff, de 4 MV[406], no Campus Gávea (Figura 40). O equipamento era do similar ao modelo construído por Oscar Sala, na USP. O

[403] Revista Ciência e Cultura, p. 122, vol. 12, nº 2, 19560, título II Escola Latino Americana de Física.

[404] (1922) físico chinês, naturalizado cidadão americano 1964 Foi laureado com o por investigações das leis da paridade e obtenção de importantes descobertas relativas a partículas elementares.

[405] Anuário da PUC-RJ, 1960, p. 151

[406] Notícia publicada na Revista Ciência e Cultura,1960, V. 12, n. 3/4, título Reator Atômico na Universidade Católica

projeto idealizado no início dos anos 1960, começou a ser construído cinco anos depois e sua inauguração ocorre somente em 1973, portanto 6 anos após a morte de Roser (Figura 41).

Figura 40 - Início da construção do prédio que abrigaria o Van de Graaff do IF-PUC, atrás do edifício da Cardeal Leme.
Fonte NMPUC.

Em 1959, o IF já contava com um pequeno corpo docente do IF-PUC, além de Gross, figuravam entre os professores: os padres Francis X. Torras S.J.[407], Antônio Amaral da Rosa S.J (1921-2003)[408], Pierre Lucie (1917-1985), Günter Kegel, Luís Paulo Maia[409], Francisco de Paula Sattamini Flayrs (1922-2016). O instituto ainda contava com instrutores como Antônio Olinto, Luiz Adolfo Carneiro[410] e mais dois técnicos de laboratório, dois eletrônicos e três mecânicos (PUC-RIO, 1960). A cada ano o corpo docente sofria ampliação e mudanças.

Um episódio interessante envolvendo Roser, CNPq e as pesquisas sobre radioatividade ambiental ocorreu em uma visita do Diretor Técnico-Científico Joaquim da Costa Ribeiro[411] à Pontifícia Universidade Católica, logo após a reunião internacional sobre os efeitos da radiação atômica de 1958. O diretor tomou conhecimento de que Roser para fazer as medidas da

[407]Professor da Universidade Jesuíta de Connecticut, Fairfield University.

[408] Este viria a ser o diretor do futuro Instituto de Matemática da Universidade Católica.

[409] Informações não encontradas

[410] Idem a nota anterior

radioatividade atmosférica na estação da Gávea trabalhava com um equipamento do Laboratório de Biofísica da Universidade do Brasil, emprestado por Chagas Filho.

Na ocasião, Roser disse a Costa Ribeiro que teria que findar com àquelas pesquisas em seu laboratório por conta da necessidade da devolução do equipamento para o IBF. O equipamento era uma capela de chumbo de baixo custo, que servia para colocação de fontes de atividade radioativa usadas na calibração dos medidores e realização de medidas.

Figura 41 - Chegada dos tanques e de equipamentos do Van de Graaff no IF-PUC, 1967.
Foto repassada pela professor Maria Del Carmen H M Ruiz, da USP.

Na sessão plenária do CNPq, o presidente do Conselho Deliberativo, Professor João Cristóvão Cardoso[412] destacou o trabalho de Roser e ao colocar em votação fez um trocadilho entre a utilidade da capela e os hábitos sacerdotais de Roser:

> Em todo caso, pergunto se esta presidência está autorizada, mediante ao preenchimento dos formulários, de todos os documentos indispensáveis a fazer com que possa Padre Roser dispor da capela onde não fará suas orações propriamente, mas fará suas medidas de radioatividade atmosférica.[413]

[412] Professor de físico-química e química da FNFi, fonte (Física, Mésons e Política, Andrade,1999)

[413] Anais da 395ª sessão do conselho deliberativo do CNPq _23/10/1957.

A plenária decidiu pela compra do equipamento tão necessário a manutenção da pesquisa de radioatividade atmosférica[414]. A situação corrobora com a imagem de que Roser de invisível nos primeiros anos de funcionamento do CNPq, passava a gozar de certos benefícios que se refletia na obtenção de recurso, mostrando que as atividades de pesquisa que realizava eram de real interesse do conselho.

5.3.6 Contaminação por radioatividade artificial no Brasil: estações de monitoramento (1960-1967)

A pesquisa em *fallout* foi incorporada à rotina do IF-PUC, visto que sua execução era simples se comparada com as de radioatividade natural e zonas de elevado background, porque havia necessidade de montar uma expedição para a realização dos levantamentos. O INT manteve o monitoramento de 1956 até 1958, informando detecções de partículas oriundas de dez testes nucleares ocorridos no Hemisfério Norte. Inclusive relataram partículas provenientes de Bomba H, sendo essa a de maior intensidade apresentada no artigo. (ARON; MEYER; CASTRO, 1961).

Pelo lado do IF-PUC, Pe. Roser manteve seu interesse em contribuir na compreensão da interdependência das medidas da radioatividade atmosférica com os fatores meteorológicos. Um dos artigos relata as medidas de fallout que foram realizadas na PUC entre os anos de 1958 e 1961. A comunicação apresentada estabelecia uma correlação entre o levantamento realizado das partículas ativas e as localizações da ocorrência de testes nucleares, balizado pela teoria Brewer e Dobson[415] (1948) sobre a reentrância de partículas entre as camadas atmosféricas. O trabalho apresentava algumas conclusões obtidas através dos dados, como segue:

> De fato as medidas do Rio de Janeiro mostram: 1) um máximo periódico anual em agosto e setembro; 2) uma relação (com referência aos máximos do hemisfério norte) de 1 a 5 e de 1 a 10 para teste de latitudes baixas e elevadas, respectivamente; 3) Propagação preferencial para o Hemisfério Sul no caso dos testes "Hartack [sic][416]", realizados nos meses de abril a junho, 1958; 4) a possibilidade de um fraco aumento de fallout a partir dos princípios de 1962, em consequência dos testes soviéticos de setembro e outubro de 1961 (ROSER; CULLEN, 1961, p. 44).

[414] CNPQ_Processo_5. 370/56, Ata da Sessão 395ª do conselho deliberativo do 23/10/1957

[415] O termo circulação Drewer-Dobson refere-se ao padrão de circulação atmosférica global pelo qual o ar troposférico sobe para a estratosfera e depois se move em direção aos pólos enquanto desce novamente

[416] Operação Hardtack foi uma série de testes nucleares realizados pelos Estados Unidos em 1958 no Atol Bikini, Atol Enewetak e Ilha Johnston

Em outra publicação (ROSER; COSTA, 1961), discutiu-se o processo de formação da contaminação atmosférica na tropopausa por rochas ígneas. Após levantamentos na estação de fallout da Gávea, onde se constatou progressivos aumentos de atividade de contaminação radioativa nos meses de inverno. Época em que os ventos continentais sopram com mais frequência espalhando os gases radioativos das regiões centrais do Brasil para o litoral. O trabalho relata que em razão da diminuição dos testes nucleares a captura dos fallout consequentemente sofreram reduções nas estações.

Em meados de 1962, na XIV Reunião Anual da SPBC, na cidade de Curitiba, Pe. Roser apresentou uma síntese dos trabalhos de fallout daquele período que abordavam seus interesses na correlação entre as correntes atmosféricas e a contaminação artificial e natural do ambiente.

No mesmo ano, aconteceu a terceira reunião da UNSCEAR de 1962[417], realizada em Nova York, onde se aprofundou o conhecimento sobre os efeitos da radiação sobre os seres vivos, gerando um volume maior de informações e contribuições dos países participantes. A delegação brasileira cooperou com dados principalmente sobre áreas de elevado background de radiação e na contaminação atmosférica, ambas com a participação de Roser. No anexo E do relatório, há uma pequena contribuição dos trabalhos de Roser em relação a contaminação atmosférica. Esse documento tratava das fontes de radiação natural, tais como: os raios cósmicos, as oriundas da crosta terrestre, ou presentes na água etc. (UNSCEAR, 1962).

Na seção em que se abordava a radioatividade natural na baixa atmosfera usaram os resultados das pesquisas publicadas nos Anais da ABC, intitulado Sobre a Correlação Entre a Contaminação Radioativa da Atmosfera e Fatores Meteorológicos para construção do parágrafo que tratava desse assunto. Tratou-se principalmente da contaminação da baixa atmosfera por gases como os Rn^{222} e Rn^{220} e seus produtos, que são injetados na atmosfera pelo processo de difusão, podendo se associar a partículas de poeira. As concentrações desses gases radioativos dependem de condições sazonais e meteorológicas. Em regiões com pouca poeira na atmosfera se tem o risco baixo de contaminação por essas partículas. O acúmulo de radônio e seus produtos na atmosfera diminui com a altitude e seus valores de concentração são dependentes do tempo que a massa de ar permanece sobre os continentes. Áreas de alta radioatividade sob condições meteorológicas especiais, como nevoeiros e inversões de temperatura, têm os valores medidos intensificados.

[417] As reuniões da UNSCEAR eram frequentes, podendo ocorrer extraordinariamente. No entanto, na tese estamos considerando apenas as que consideramos como final de ciclo, as que geraram relatórios sobre os estudos realizados em certo período. Assim consideramos 1956, 1958, 1962, 1964.

O estabelecimento do IF-PUC permitiu que as pesquisas em fallout pudessem ser monitoradas em outras estações, além do Campus Gávea, aproveitando bem a extensão territorial, quase continental, do Brasil. Assim, o instituto possuía dez estações espalhadas pelo território nacional, em todas as regiões do Brasil (Figura 42). Roser contava com apoio das comunidades jesuítas espalhadas pelo país para a colocação dos equipamentos de coleta. Os resultados coletados eram postos em relatórios e encaminhados a A.E.C. As medidas eram feitas mensalmente

Procurou-se medir a correlação da intensidade da precipitação com períodos anuais. A expectativa era de que as precipitações (mC/mi²)[418] teriam máximos em estações chuvosas, o que se concretizou nas estações mais equatoriais e tropicais com altitudes mais elevadas. Contudo, outras regiões como Rio de Janeiro as precipitações tiveram flutuações pequenas ao longo de um ano, com máximos no verão, e São Leopoldo que atingiu o máximo no inverno (Figura 42).

Figura 42 - Estações de Coleta de *Fallout*.

Brazilian Fallout Collection Stations

Station	Latitude	Longitude	Altitude	Method of Collection
Belem	1° 27' W	48° 29' W	25 ft	Column
Manaus	3° 02' S	60° 01' W	95 ft	Pot
Recife	8° 06' S	34° 58' W	10 ft	Pot
Brasília	15° 52' S	47° 56' W	3450 ft	Column
Trindade Island	20° 31' S	29° 20' W		Pot
Nova Friburgo	22° 17' S	42° 32' W	2800 ft	Column
Rio de Janeiro	22° 54' S	43° 13' W	100 ft	Pot
Itaici	23° 06' S	47° 11' W	2190 ft	Pot
São José dos Campos	23° 13' S	45° 51' W	2109 ft	Pot
São Leopoldo	29° 45' S	51° 11' W	115 ft	

Estações de Coleta de *Fallout.* espalhadas pelo território nacional, desde localidades mais ao Norte às localidades mais ao Sul. O quadro mostra a altitude em que o equipamento é posto e também o método de coleta.
Fonte: Roser *et al*., 1964, p. 69.

[418] Atividade radioativa por área

Algumas estações próximas ao litoral (Rio de Janeiro, Ilha de Trindade e Nova Friburgo) foram utilizadas para avaliar o efeito das brisas marítimas sobre a coleta das precipitações radioativas. Como estação de controle fora utilizado Brasília. Os resultados mostraram que as precipitações foram maiores mais próximo do litoral do que regiões mais afastadas (Figura 43). Comparou-se também a eficácia dos equipamentos de coleta de partícula radioativa. Os filtros usados eram do tipo NRL[419] (pot) e coluna de dados (col)[420]. O teste foi realizado na Estação do Rio de Janeiro e mostrou razoável equivalência apesar de algumas poucas discrepâncias. Os picos em 1962 foram reflexos dos testes russos (Figura 44). Finalmente, medidas da concentração de radônio e torônio também foram realizadas na Estação do Rio de Janeiro entre os anos de 1958-1963, mensalmente. As concentrações de radônio são sempre superiores as de torônio com máximos nos meses de inverno (Figura 45) (Figura 46). O grupo de pesquisa da católica estava desenvolvendo um programa computacional que se correlaciona a dependência desses produtos naturais com fatores meteorológicos. No entanto, não tivemos acesso ao programa, nem mesmo se o projeto foi concluído. Eles também estavam trabalhando numa ferramenta matemática que trataria da equação de Bateman[421] aplicada ao problema das concentrações de gases radioativos, mas também não tivemos acesso a nenhuma publicação se referindo a esse estudo.

Em relação às pesquisas sobre fallout, constatamos que a participação brasileira se encerra com esses trabalhos descritos até aqui. Há registros de outros trabalhos brasileiros, nesse campo, sobre pesquisas com espectrometria beta. O artigo relata a explosão de uma bomba francesa em 1968. (MEYER, 1971).

No quarto encontro do comitê internacional, realizado dois anos depois, a participação brasileira se concentrou apenas nos levantamentos radiométrico de regiões brasileiras de background elevado de radiação natural, lideradas por Roser.

O grupo do INT também já havia se desfeito Aron, Sergio e Olinto estavam nos EUA por conta de seus doutoramentos[422]. Kegel que havia retornado ao Brasil após seu doutoramento, para trabalhar na PUC, onde seria o chefe do laboratório que abrigaria o gerador de Van der Graff, mas permanece no Rio por três anos, quando retorna para os EUA, sem a

[419] Filtros fabricados pela Navy Research Laboratory (NRL)

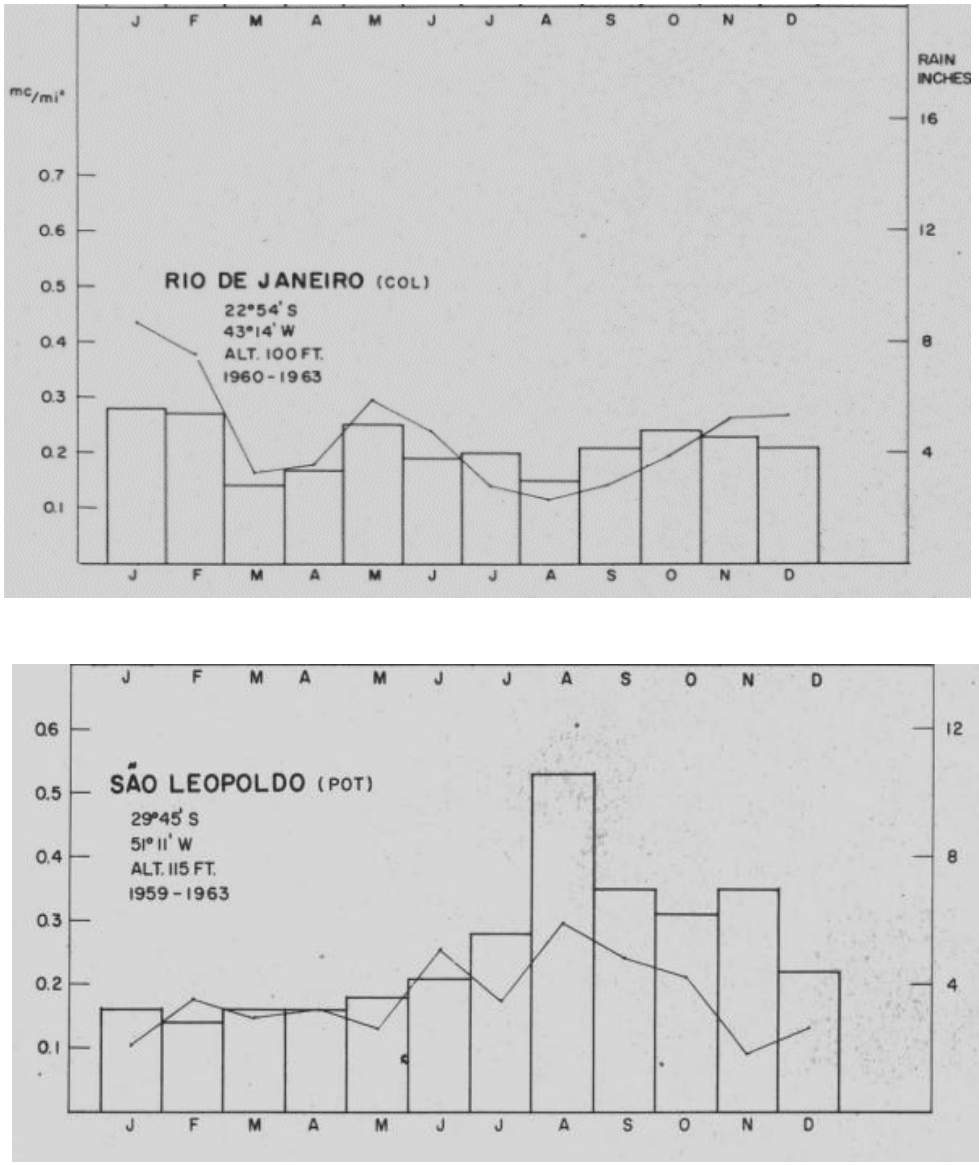
[420] Não encontramos referências para este tipo de equipamento.

[421] Na física nuclear, a equação de Bateman é um modelo matemático que descreve abundâncias e atividades em uma cadeia de decaimento em função do tempo, com base nas taxas de decomposição e abundâncias iniciais.

[422] Entrevista concedida por Antônio Cesar Olinto aos autores em 14/08/2018, na Biblioteca do CBPF.

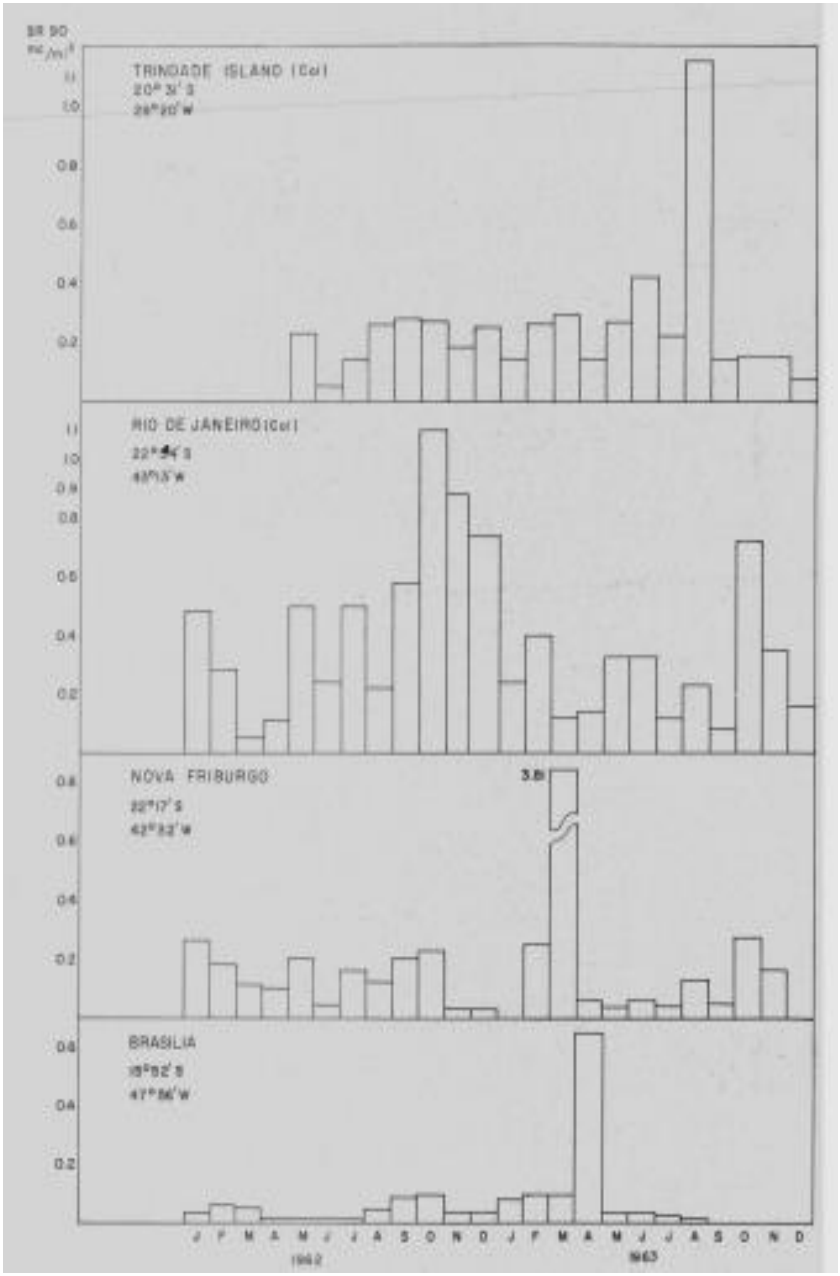
chegada do equipamento, no período que esteve na PUC também auxiliou Roser nas pesquisas de radioatividade natural como veremos adiante. B. Gross, na época, se dedicou a outras pesquisas e outros trabalhos de cunho científico-burocrático (MAST, 2001).

Figura 43 - Medidas mensais de *fallout* nas estações Rio de Janeiro e São Leopoldo para o ano de 1963.



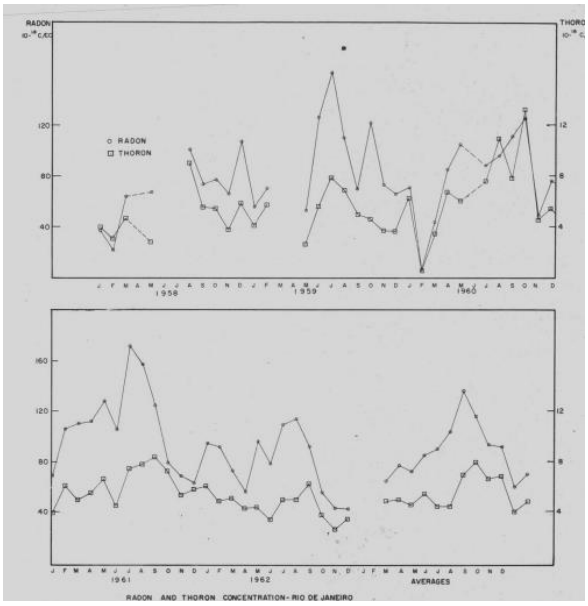
A figura mostra a quantidade de chuvas e o valor medido das precipitações correlacionando os dois parâmetros.
Fonte: Roser *et al*., 1964, p. 73.

Figura 44 - Verificação sobre a influência das brisas marítimas sobre as medidas de *fallout*.



Foram monitoradas regiões litorâneas e de interior, mostrando que as primeiras sofrem mais intervenção destes fatores climáticos.
Fonte: Roser *et al*., 1964, p. 74.

Figura 45 - Teste de equivalência entre métodos de coleta para filtros NRL e Col



(Estaplex Co.) realizados no Rio de Janeiro de 1960-63.

Os picos no gráfico são devido aos testes nucleares da URSS em 1962.

Fonte: Roser *et al*., 1964, p. 75.

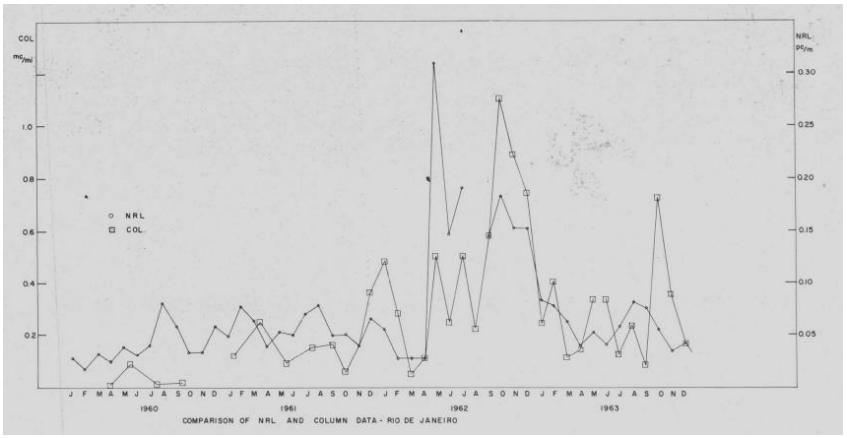


Figura 46 - Monitoramento da concentração de gases radônio e torônio na Estação do Rio de Janeiro entre os anos de 1958-1963).

Fonte: Roser *et al*., 1964, p. 76.

5.3.7 O projeto Argus e os 400% de elevação nos índices de radioatividade no Brasil

A operação Argus foi uma série de testes de armas nucleares e testes de mísseis de baixo rendimento e alta atmosfera dos EUA, realizados secretamente no terceiro trimestre de 1958 sobre regiões próximas à costa Nordeste brasileira. Os testes visavam estudar o efeito Christofilos[423]para se defender de mísseis nucleares soviéticos, porém descobriu-se que o efeito não era duradouro para justificar sua utilização. Esses testes foram amplamente repercutidos na mídia brasileira após seu sigilo ser quebrado pelo The New York Times em março de 1959 (ROLIM, 2006).

Padre Roser, em viagem aos EUA em 1959, anuncia os resultados do monitoramento da Estação do Rio de Janeiro, de que os níveis de radioatividade no Brasil, provenientes de testes alhures, em agosto de 1958, experimentaram um aumento de 400%. Esse aumento súbito pode ser encontrado nos relatórios em medidas feitas na estação do Rio de Janeiro (ROSER et al., 1964, p. 76). Contudo, tal comunicação gerou uma enorme controvérsia envolvendo cientistas, inflada pelos meios de comunicação, que acabou deixando Padre Roser numa situação de vulnerabilidade. O Jornal Novos Rumos, do Rio de Janeiro, criticou a explicação de Roser para o aumento da radioatividade. Segundo o Jornal, Roser teria dito que a causa do elevado índice ocorreu em razão dos testes nucleares russos e não pelas ações secretas americanas. O jornal chamou a atenção de que o padre, por receber bolsa de instituições americanas, estaria alinhado com o imperialismo ianque, e por isso acabou caindo no "ridículo", como se fosse possível distinguir "partículas radioativas comunistas ou americanas". [424]

Em entrevista ao jornal Correio do Ceará, Roser disse: "A radiação proveniente das Operações Argus não atingiu 'a região tropical do Brasil' como foi citado em algumas histórias na imprensa".[425]

A polêmica instaurada fez com que pessoas que não vissem o aumento da radioatividade, naqueles níveis, nocivo à saúde humana, ficassem desacreditadas perante a opinião pública, com relação a esse assunto, como o físico Luíz Marquez[426] e o Presidente da CNEN, o Almirante Otacílio Cunha, assim como o próprio Roser. No outro campo, cientistas

[423] Refere-se a uma armadilha de elétrons de armas nucleares no campo magnético da Terra.

[424] Jornal Novos Rumos, Rio de Janeiro, 17 a 23 de Abril de 1959.

[425] Correio do Ceará, 11 de abril de 1959. (apud ROLIM, 2006)

[426] Físico trabalhou no CBPF e realizou pesquisas de fallout em 1958 detectando Cobalto-60 na atmosfera oriunda de testes nucleares.

brasileiros que atribuíam aos americanos a elevação da radioatividade passaram a ser encarados como os esclarecedores da verdade: César Lattes, José Leite Lopes, Jacques Danon dentre outros. Segundo a publicação de O Jornal, Leite Lopes estranhou a declaração de Roser na qual as experiências do projeto Argus foram inofensivas em contraste com o elevado aumento do 400% registados pelo seu monitoramento (Figura 47).

Uma questão sobre o episódio se coloca: Roser estava certo sobre a origem da elevação da radioatividade no Brasil? Precisamos colocar alguns pontos para a análise. O perigo nuclear fazia parte do inconsciente coletivo. Os cientistas citados acima e tidos como os certos eram teóricos e experimentais preocupados com os avanços e descobertas no campo da física nuclear. Roser estava há dois anos pesquisando e estudando sobre as precipitações nucleares em contato com os maiores especialistas internacional no assunto, por intermédio da UNSCEAR. Roser tinha um conhecimento preliminar sobre as correntes atmosférica e o transporte de partículas discutido no comitê internacional. O método de decaimento radioativo que ele e seu grupo aplicavam ao capturar partículas, lhes permitiam estimar a procedência das mesmas com razoável precisão como mostrado pelo trabalho (ROSER et al., 1958). Os Americanos tiveram mais teste nucleares do que os soviéticos, por exemplo o projeto Hardtack fez setenta e dois testes nucleares no Oceano Pacífico e o Argus apenas três [427], os soviéticos fizeram trinta e seis testes em 1958 (DOWLING, 2017).

Com base nessas considerações podemos dizer que Roser teria condições de defender a sua posição, pois como vemos a quantidade de testes produzidas no Projeto Argus foram muito pequenas, mas que não poderiam ser desprezadas. Contudo, o outro projeto, Hardtack I e II contribuiu mais do que o primeiro na elevação dos níveis e isso depois foi declarado por Roser em um artigo sobre as estações de fallout. (ROSER; CULLEN, 1961, p. 44)

5.4 ESTUDOS SOBRE RADIOATIVIDADE NATURAL NO BRASIL

A radioatividade ambiental natural é toda a radiação que existe desde tempos imemoriais com origens no solo ou espaço sideral. O interesse nesse estudo por parte da delegação brasileira que compunha o comitê científico da UNSCEAR advém da necessidade de se obter dados para uma avaliação de possíveis efeitos biológicos em população humana sujeitas a uma irradiação crônica acima do normal. O crescente aumento dos testes nucleares e

[427] “United States Nuclear Tests: July 1945 trough September 1992”, Las Vegas, NV: Department of Energy, Nevada Operations Office. 2000-12-01. Archived from the original

do uso de equipamentos que emitem radiação estimulou a sociedade científica a averiguar os níveis de radiação toleráveis para uma vida saudável. Uma das maneiras de se colocar um programa de pesquisa que verificasse a nocividade da radiação em organismos vivos em prática, sem esperar por um cenário onde as precipitações radioativas artificiais oriundas de testes nucleares estivessem mais disseminadas na atmosfera, seria investigar regiões com elevado background radioativo proveniente do sítio geológico local. No Brasil, havia conhecimento de algumas regiões com essas características, onde seria possível iniciar um programa de estudos: Guarapari (ES) e Morro do Ferro (MG).

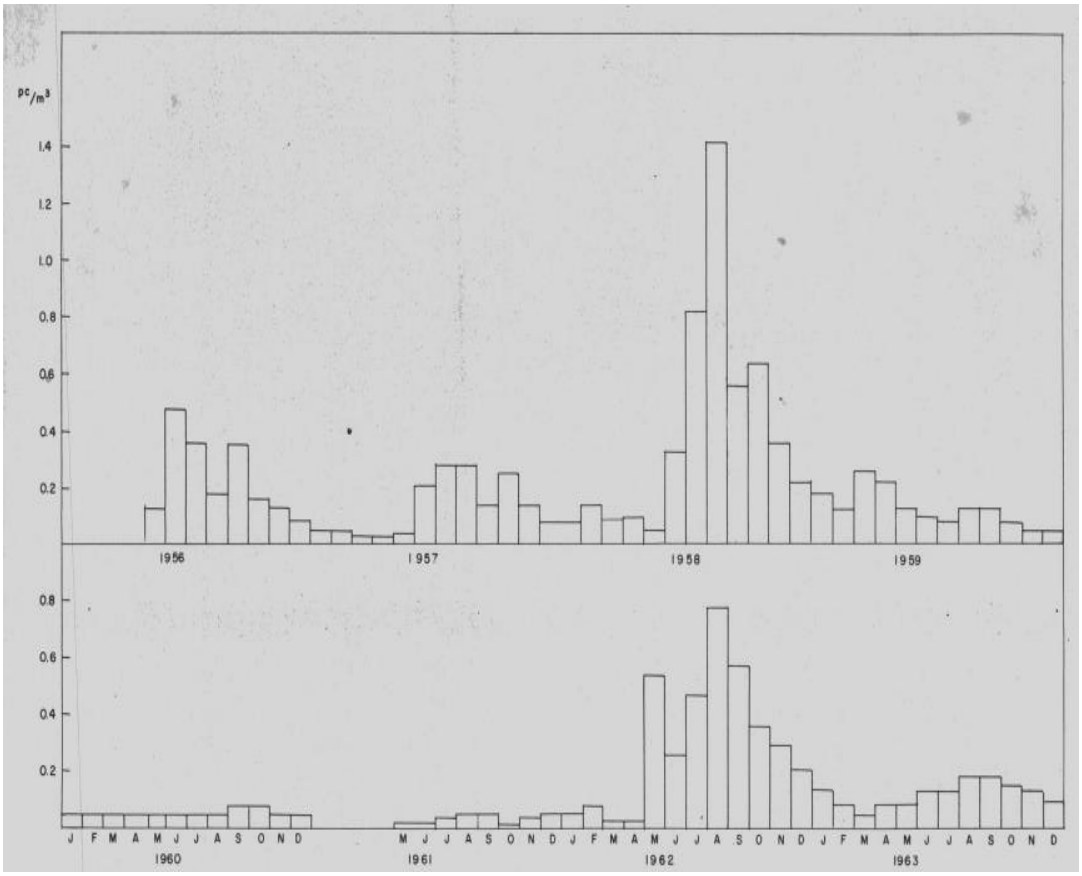


Figura 47 - As medidas realizadas na Estação do Rio de Janeiro (1956-1963).
O ano de 1958 registra um pico no primeiro quadrimestre que é superior ao de todos os anos de monitoramento. Roser, em 1961, atribui a elevação as operações nucleares conhecidas como Hardtack I ocorridas no Oceano Pacífico.
Fonte: Roser *et al*., 1964, p. 75.

A radioatividade natural foi o principal campo de investigação foi o principal executado por Padre Roser em seu regresso ao Brasil, após passar anos nos EUA, contribuiu para o estabelecimento do IF-PUC como uma realidade entre as poucas instituições de pesquisa em física no Brasil que existiam em seu tempo. Vale ressaltar que, em 1954, R. Argentière (1916-

1995) publicou um estudo sobre terras raras em regiões brasileiras, mostrando o conhecimento da nossa sociedade científica sobre o tema e das regiões radioativas brasileiras conhecidas à época[428].

Nas subseções seguintes vamos apresentar as pesquisas realizadas por Padre Roser e seu grupo de cientistas do IF-PUC nessas regiões. Desde as primeiras explorações (1956-1959), passando pelo Projeto Guarapari (1960-1962) até o projeto radiobiológico e epidemiológico desenvolvido em parceria com as Universidades do Brasil e de Nova York. O enfoque de nosso trabalho está situado nas práticas científicas, equipamentos, resultados, parcerias e colaborações internacionais.

As seções estão divididas em cinco partes: as pesquisas em Guarapari (seção 5.4.1), depois abordaremos as pesquisas no Morro do Ferro (seção 5.4.2), por fim apresentaremos investigações, levantamentos realizados em outras regiões por razão do Projeto Guarapari (seção 5.4.3), pesquisas em eletricidade atmosférica (seção 5.4.4) e uma breve discussão sobre sua rede de colaboração (seção 5.4.5).

5.4.1 Guarapari: as primeiras medidas radiométricas obtidas diretamente do solo

A radioatividade emanada das areias pretas da praia capixaba é conhecida desde o fim do século XIX, quando a empresa franco-brasileira Société Minière Industrielle Franco-Brasilienne, fundada em 1898, começou a extração de óxido de tório. O aquecimento dessa substância apresenta uma luz forte e duradoura, propriedade essa que, na segunda metade do século XIX, era usada na iluminação pública de cidades europeias. Com o crescente aumento da energia elétrica, a extração foi diminuída e acabou sendo extinta no início do século XX (LOPES; BOURGUINON, 2015).

A exploração foi retomada nos anos 1940, quando o russo Boris Davidovich[429] fundou a empresa MIBRA S/A (Monazita do Brasil) para extração, processamento e transporte dos minerais para os EUA, interessados no tório[430] para uso na tecnologia nuclear. Ele comprou todas as áreas que continham a monazita. À época, o governo brasileiro não tinha conhecimento

[428] Urânio e Tório no Brasil: Introdução à Física Nuclear Aplicada. R. Argentière (1954) Ed. LEP.

[429] Nasceu na Rússia, naturalizado norte-americano, francês e brasileiro. Ele chegou ao Brasil em 1940 como procurador da "Société Minière", empresa francesa que já mantinha a exploração de monazita no Espírito Santo e, em apenas um ano, já era dono de todo o patrimônio radioativo da cidade de Guarapari.

[430] Mineral radioativo usado na produção de energia nuclear. Importante combustível de reatores nucleares, também escasso, é encontrado principalmente no Espírito Santo e no Rio de Janeiro.

sobre os projetos atômicos no mundo, pois eram todos sigilosos, o que implicava o desconhecimento sobre o real interesse dos estrangeiros nas areias de Guarapari, ricas em óxido de tório (LOPES; BOURGUINON, 2015). Somente a partir de 1951, o Brasil passou a controlar suas reservas de tório e urânio através do CNPq (ANDRADE, 1999). No ano de 1953, a empresa LASA[431] produziu um mapeamento feito por aerocintilometria[432] que prospectava as regiões radioativas brasileiras, confirmando que a região de Guarapari possuía elevados níveis de radiação (MALM; PFEIFER; BOTARO, 2013).

A cidade capixaba, situada ao Sul do estado do Espírito Santo, foi uma das eleitas por Roser e Chagas Filho para a realização de pesquisas sobre os efeitos da radioatividade nos seres humanos, estimuladas pelo comitê da Nações Unidas desde 1956. A cidade era também conhecida por seu turismo radioativo, o que ficava evidente nos nomes dados a alguns da cidade como, por exemplo, o Radium Hotel, local em que se hospedava a equipe de cientistas e estudantes liderados pelo padre jesuíta, que também serviria para obtenção de medidas radioativas no interior da construção (Figura 48).[433]

5.4.1.1 Sobre as monazitas

Devido aos processos de intemperismos geológicos nas velhas montanhas da região conhecida como Serra do Mar, surgiram as monazitas, um material duro e insolúvel em água. Na cidade de Guarapari e adjacências, há um considerável sítio natural desse material levado por ações meteorológicas, mas principalmente por rios ao longo da costa numa intensa interação com os oceanos. As monazitas são uma mistura de fosfatos de terras raras, com 4-6% de tório impuro. No aspecto ocupacional, no início da década de 1960, a população tinha cerca de 4.600 habitantes residentes, chegando a 10.000 pessoas nos períodos de veraneio. A adjacente Muquiçaba, vila que fica do outro lado do rio, também foi escolhida como local de estudo. Sua população era um quinto à de Guarapari (ROSER; CULLEN, 1962).

---

[431] Empresa de prospecção mineral, cuja sigla significa Levantamentos Aerocintilométricos S/A.

[432] Sistema de prospecção aérea por cintilômetros de NaI (Tl). O registro é analógico, constante, de seis canais para as curvas de altimetria para espectros de tório, urânio e potássio. Registros confiáveis são impressos nas fotografias a cada 10 fotos.

[433] Inaugurado em 1953, era um empreendimento luxuoso com funcionamento de cassino (LOPES; BOURGUINON, 2015).

Assim que a primeira Reunião da UNSCEAR terminou, Carlos Chagas Filho e Roser, os únicos membros da delegação brasileira, iniciaram os preparativos para empreender suas primeiras viagens às zonas radioativas. O trabalho seria dividido em duas partes. Primeiramente a física, que ficou a cargo de Roser e seu assistente o físico norte-americano e jesuíta, Pe. Tomas L. Cullen. Roser o conheceu no tempo em que esteve em Fordham, como apresentado nas seções anteriores.

Figura 48 - Padres Thomas L. Cullen e Roser em Guarapari.

Padres Thomas L. Cullen e Roser em Guarapari usando trajes civis, em frente ao Hotel Radium famoso por seu cassino, executando medidas radioativas em 1956. Sobre a mesa uma câmera de ionização tipo Steiner.
Fonte: Núcleo de Memória da PUC-Rio.

A outra parte, a biológica, ficaria a cargo do IBF-UB. A divisão do trabalho foi descrita por Chagas Filho, quem também nos esclarece o papel a ser desempenhado por Roser, no início do programa de investigações:

> O programa apresentado se divide em duas partes. Uma parte biológica, que é aquela sobre a qual eu ouso dar a minha opinião e uma parte de medidas físicas, algumas das medidas sendo também do meu alcance. Porém, medidas de muito, mais precisão, principalmente aquelas relativas à corrente de ionização muito pequenas de ordem de 10 a menos 14 que já são medidas muito especiais, caem, exatamente, dentro da

> especialização do Padre Roser que trabalhou nos últimos meses na New York University, onde trabalha também o Padre Cullen. Assim, essa parte de equipamento físico ficou sob a orientação do Padre Roser, que foi quem determinou os melhores preços e a melhor aparelhagem em melhores condições.[434]

Ao longo da primeira etapa, os grupos trabalharam independentemente. O grupo de biologia realizou um estudo pioneiro de determinação do estrôncio-90, a partir das análises radioquímicas de leite em pó e urina humana, na qual acharam concentrações próximas às encontradas em outros países. As amostras recolhidas não eram provenientes das zonas radioativas (FRANCA; FILHO; COELHO, 1957).

Já Roser e Cullen realizaram medições, tanto em Guarapari (ES), como na região do Morro do Ferro[435] (MG), apresentadas na conferência do comitê científico internacional, além de monitorarem o fallout de testes nucleares, com estações de coletas na PUC-Rio, em pareceria com Instituto Nacional de Tecnologia (INT) (UNSCEAR, 1958; ROSER, 1958).

Para a realização das pesquisas sobre radioatividade natural, o CNPq subvencionou bolsas para Roser e Cullen e para a compra de equipamentos, como já mencionado na seção 0. dentre os equipamentos, a câmera de ionização seria um dos mais importantes equipamentos a serem adquiridos pela delegação brasileira.

A câmera de ionização é um dosímetro de precisão para a detecção de radiação. O seu princípio de funcionamento consiste na ionização dos átomos do gás confinado no interior do equipamento. Da interação, ocorre a criação de pares de íons que são atraídos por um campo elétrico, gerando uma corrente elétrica medida por um eletrômetro (KNOLL, 2010). Os demais equipamentos adquiridos pelo físico jesuíta melhoram a aquisição dos dados experimentais.

O material utilizado para os levantamentos radiométricos foi comprado nos EUA. Conforme relatado por J. Costa Ribeiro[436], Roser "estava perfeitamente a par do assunto e já havia entrado em entendimento com firmas para compra desse material." Um desses instrumentos seria "uma câmara de ionização para medidas de background de irradiações e que tem de ser feito de acordo especificações minuciosas que o Padre Roser possui." O valor liberado pelo CNPq para a compra de equipamentos foi de US$7.000,00, solicitados por Chagas Filho. Mais tarde, Roser realizou outras compras também com verba do conselho no valor de

[434] Sessão do Conselho Deliberativo do Conselho Nacional de Pesquisa realizada a 25/05/1956

[435] Embora nosso foco neste artigo sejam as pesquisas em Guarapari, algumas vezes mencionaremos a cidade do Morro do Ferro (que seria um outro sítio radioativo importante para estudos e que também recebeu atenção dos cientistas da delegação brasileira), pois esta última fazia parte do planejamento das atividades científicas de Roser.

[436] Ata 325ª Sessão do Conselho Deliberativo do CNPq _25/05/1956

Cr$ 300 000,00[437] [438]. O recurso foi destinado à aquisição de peças para a montagem de duas câmeras de ionização[439] pelo IF-PUC. O auxílio do CNPq também contemplava uma bolsa de Cr$ 15 000,00, paga a Roser durante o período de um ano[440].

As primeiras pesquisas conduzidas em terras capixabas foram os levantamentos radiométricos com as câmeras de ionização e cintilômetros portáteis a fim de mapear os hot spots[441] radioativos da cidade de Guarapari e adjacências. Roser e Cullen mediram sequências de faixas costeiras intermitentes, cada uma com vários quilômetros de comprimento e centenas de metros de largura. Os valores de irradiação externa, encontrados para a região, estavam na faixa de 500 - 10000 mR/ano (UNSCEAR, 1958). Segundo Chagas Filho, as primeiras medições de radioatividade natural obtidas pela dupla de padres foram realizadas através do apoio do DNPM, das companhias LASA e PROSPEC que colocaram todo seu aparelhamento e todo seu pessoal à disposição, para levantamentos aerocintilométricos necessários aos trabalhos[442] (Figura 49).

Duas eram as finalidades desses equipamentos: medir as contaminações do ar e do solo das zonas radioativas habitadas com baixas doses de radioatividade ionizante para avaliação do problema das contaminações através da distribuição das águas e seus depósitos em canais e bacias, e a assimilação de radioisótopos pela vegetação.

A segunda finalidade era a realização de um monitoramento contínuo de eletricidade atmosférica em contribuição ao Ano Geofísico Internacional[443]. Bolsas para a realização dessas pesquisas foram concedidas pela Navy Research Laboratory (NRL) obtidas por Costa Ribeiro, após apresentação feita por Roser, que possuía conhecimentos em vários departamentos científicos americanos decorrentes dos seis anos de trabalhos em pesquisas[444]. As outras bolsas foram concedidas ao Observatório Nacional[445] e ao INT [446].

---

[437] Ata 366ª Sessão do Conselho Deliberativo do CNPq _27/03/1957_processo 1652/57

[438] Ata 377ª Sessão do Conselho Deliberativo do CNPq _12/06/1957_processo 1652/57

[439] Comunicação publicada na Revista Ciência e Cultura, Vol.9, nº 4, 1957, p.260.

[440] Ata 330ª Sessão do Conselho Deliberativo do CNPq _12/07/1956_processo 1925/56

[441] Expressão utilizada por Roser nos relatórios para indicar pontos elevados de radioatividade de fundo nos levantamentos radiométricos.

[442] Ata 342ª Sessão do Conselho Deliberativo do CNPq _26/09/1956

[443] Evento científico proposto pela ONU (1957-58) com objetivo de congregar esforços para uma melhor compreensão dos fenômenos relacionados à Terra.

[444] Ata 330ª Sessão do Conselho Deliberativo do CNPq _12/07/1956

[445] Ata 371ª Sessão do Conselho Deliberativo do CNPq _25/04/1957; processo 179/57

[446] Comunicação publicada na Revista Ciência e Cultura, Vol. 9, nº 4, 1957, p. 261.

5.4.2 Projeto Guarapari: um programa sobre os efeitos biológicos-genéticos em populações humanas através de irradiação nuclear de baixas doses.

Desde o início das pesquisas sobre os efeitos da radioatividade nos seres vivos, Chagas e Roser mobilizaram grupos de cientistas interessados nessas questões. Eventos científicos foram organizados com apoio financeiro inicialmente do CNPq e depois da CNEN, por Chagas Filho no IBF-UB, em 1956[447] e outro em 1957[448] e um terceiro realizado em Curitiba sobre genética humana, todos com a participação de Roser. A partir dessa interação, surgiu a ideia de se organizar um projeto de colaboração entre físicos e biólogos, nomeado de **Projeto Guarapari**.

Figura 49 - Realizando levantamentos Aerocintilométricos, em 1958.
Padre Cullen (à dir) realizando levantamentos Aerocintilométricos, em 1958, em regiões brasileiras de elevada radioatividade natural.
Fonte: NMPUC.

O programa teve início no segundo semestre de 1959 [449]. Contava com a participação, além da PUC e do IBF-UB, do departamento de Biologia da Universidade de São Paulo,

[447] Ata 317ª Sessão do Conselho Deliberativo do CNPq _24/04/1956

[448] Comunicação publicada na Revista Ciência e Cultura, Vol.9, nº 4, 1957, p.260.

[449] Anuário da PUC-Rio (1960)

representado pelo geneticista Crodowaldo Pavan[450] e o Instituto de Genética da Universidade de Curitiba, representado pelo também geneticista Newton Freire Maia (1918-2003)[451]. Pela PUC-Rio, estavam, além de Roser e Cullen, cedido pela Universidade de Fordham, pago com recursos da CNEN, Antônio Cesar Olinto de Oliveira e Rogério Jaques de Morais[452] (1935-2000). A equipe era assistida pelo técnico de laboratório Ephrem Sano[453]. Todos trabalhavam em tempo integral na instituição (PUC-RIO, 1960) (PUC-RIO, 1961).

Por quatro meses, o grupo científico do IF-PUC percorreu cerca de 7 000 km, principalmente refazendo levantamentos radiométricos em várias localidades em zonas radioativas de elevada atividade, mas também em regiões normais. O percurso foi realizado por meio de um Jeep fornecido pela CNEN. (ROSER; CULLEN, 1961) (ROSER et al., 1964).

Podemos dividir o trabalho realizado pela equipe de Roser nesse projeto em: medidas de radiação externa emanada pelo solo e por contaminações atmosféricas; e medidas de radiação interna, obtidas por detecção torônio ou radônio através de corpos já contaminados, que seriam medidos pelo método respiratório, especialidade de seu assistente, Padre Cullen. Cintilômetros, câmeras de ionização, contadores Geiger-Müller, filmes de cristais para medir as doses diárias recebidas pela população local, filtros para análise do ar atmosférico e vasos coletores para medidas de torônio exalados pela respiração foram os equipamentos utilizados.

Das regiões investigadas por Roser e Cullen, Guarapari foi a única que reunia todos os experimentos (no solo, ar e na população), em diferentes locais dentro da cidade, seja nas praias, seja nas ruas. No Projeto Guarapari, Antônio Olinto descreve assim o seu trabalho ao longo da região litorânea:

> Eu fiquei um mês lá – era em Guarapari medindo a radioatividade das areias monazíticas. Em 60, janeiro de 60. Ou 59? [...]. Ele [Roser] já tinha ido, depois eu fui com o padre Cullen, ele [Roser] voltou e eu fiquei lá fazendo um levantamento não só da praia, mas da cidade toda. E foi um trabalho![454]

---

[450] Foi um biólogo e geneticista brasileiro. Foi presidente do CNPq de 1986 a 1990. Foi professor-emérito da Universidade de São Paulo. Também atuou como delegado da UNSCEAR

[451] Foi professor, pesquisador e geneticista brasileiro. Lecionou na Universidade de São Paulo e na Universidade Federal do Paraná.

[452] Engenheiro eletrônico formado pelo ITA.

[453] Referencias não encontradas

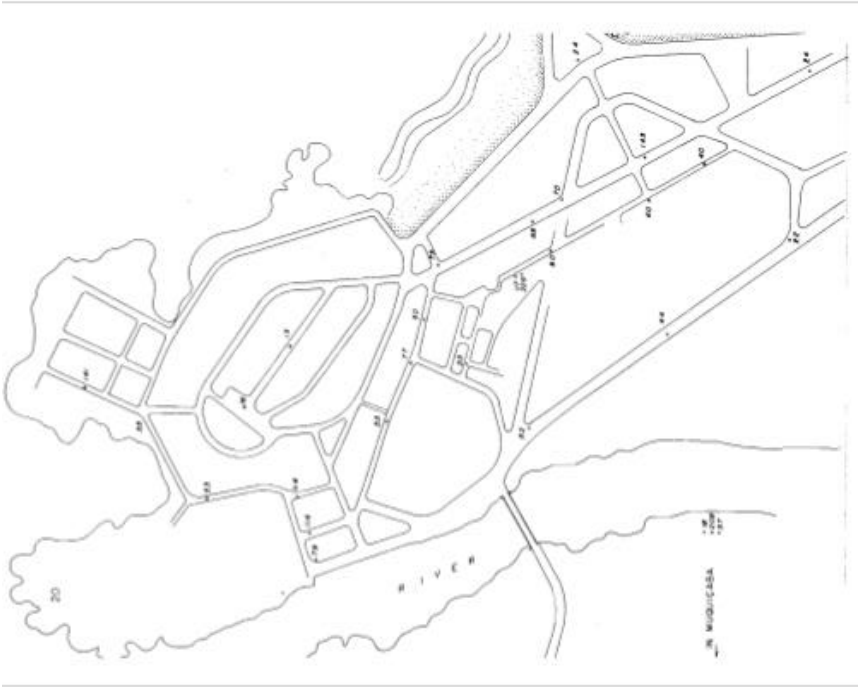
[454] Olinto, Antônio César. Antônio César Olinto depoimento [14 de agosto. 2018]. Entrevistadores: A.A.P. Videira e M.P.C. Martinho. Entrevista concedida ao Projeto de tese sobre Padre Roser por M. Martinho, realizada no CBPF.

Os levantamentos radiométricos tinham a finalidade de ampliar as medidas realizadas nas expedições anteriores e produzir um mapa mais detalhado da região (Figura 50). Para isso, foram usadas câmeras de ionização e cintilômetros portáteis para medir os níveis de radiação locais.

Roser e Cullen escolheram vinte e seis pontos de medidas, distribuídos ao longo da cidade. As regiões de praia e da MIBRA S/A, empresa que explorava minerais na região, não foram escaladas para as medições, pois continham uma poeira fina, que oferecia riscos de contaminação por inalação.

A câmara de ionização realizava medições de raios gama e beta do solo nas estações escolhidas (Figura 51). O instrumento realizava medidas de alta precisão em mR/h[455]. Sua eficiência melhorava quando era combinado com cintilômetros na produção de pontos estáveis de referência na região investigada. Desse modo, os cintilômetros eram calibrados frequentemente para serem usados como medidores adicionais e para levantamento mais rápidos para determinadas áreas.

Figura 50 - Mapa do centro da cidade de Guarapari (1960).



Mapa com as estações de medidas de radiação de fundo obtidos por meio de detectores de radiação (ROSER; CULLEN, 1962).

[455] (miliroentgen/hora) Taxa de exposição à radiação ionizante por unidade de tempo. É a quantidade de radiação necessária para libertar cargas positivas e negativas de uma unidade eletrostática de carga em um centímetro cúbico. A unidade era usada no tempo de Roser, sua equivalência em unidades modernas é 1 gray(Gy)= 100 roentgen(R).

Figura 51 - Câmera de ionização.

Câmera de ionização em cima de suporte a 1 m do chão e um eletrômetro sobre outros equipamentos realizando medidas no Campus Gávea, RJ (ROSER; CULLEN, 1962).

A câmera de ionização tinha forma quadrada e operava em conjunto com um *vibrating reed electrometer*, equipamento projetado por Hess e colaboradores da Universidade de Fordham que media radiações gama do solo e radiação beta do ar. As medidas de radioatividade gama eram detectadas pela janela faceada para cima. Para as medidas de radioatividade beta, a verificação seria feita com a janela faceada para o chão, alternando a folha de alumínio (ROSER e CULLEN, 1962). O erro experimental chegava a 2% para raios beta com cerca de 2,3 MeV. A câmera também foi utilizada para medir o decaimento beta dos filtros de ar. Os valores de referência para baixa radioatividade foram obtidos no Campus da PUC-Rio no bairro carioca da Gávea, onde ficava a sede da universidade.

Os contadores portáteis de cintilação, com NaI (Tl) de 1 x ½" e com escala de 0.01 a 5 mR/h, (Figura 52) abrangiam uma área maior da região e de forma mais rápida do que as câmeras de ionização. As medidas obtidas eram frequentemente comparadas com a câmera de ionização.

A obtenção dos níveis radiométricos na cidade obedeciam a seguinte metodologia: nas ruas com maior população ou onde eram detectadas muitas anomalias, eram realizadas três leituras. Nas praias, se os níveis encontrados nas areias fossem elevados, a concentração de radioatividade parecia estar correlacionada às correntes atmosféricas. Havia muitos lugares com registros elevados de radioatividade, na faixa de mR/h. Das duas praias existentes na cidade, a do Norte apresentou poucas anomalias comparadas com as do Sul, nas quais vários hot sposts[456] foram registrados. (0.4 a 2 mR/h).

As construções domésticas também eram de interesse da pesquisa, pois os habitantes passavam boa parte de suas vidas diárias em seu interior, expostos à irradiação interna dos domicílios. O tipo da construção tinha relevância para a pesquisa, pois a constituição do material poderia blindar total ou parcialmente as radiações, ou em alguns casos até emitir, caso tivessem sido utilizados materiais locais como areia da praia. As residências eram classificadas de acordo com o material usado em suas edificações: estuque, tijolo e concreto.

As casas de estuque, feitas de barro local, ofereciam ambiente de potencial radioatividade, com valores médios de 72 μR/h. As construções feitas com tijolos utilizavam a areia da praia, material indispensável para esse tipo de construção; os valores encontrados, nesse caso, foram de 103 μR/h. Já nos hotéis, feitos com concreto, os valores encontrados foram de 75 μR/h. Contudo na MIBRA S/A, empresa de extração de areia monazítica local, os níveis chegaram a valores de 4 mR/h.

Além desses levantamentos radiométricos, os pesquisadores também procederam a estudos particulares de decaimento de radônio e torônio, presentes na atmosfera, utilizando para isto filtros de ar apropriados para a captura de partículas radioativas[457]. Esses filtros, fabricados e doados NRL, eram usados na captação radioativa, intermediada pela Divisão de Saúde US-A.E.C chefiada por Merril Eisenbud (GROSS, 1958; KEGEL, 1956; CULLEN; ROSER, 1962). A dosagem de radiação gama resultante do ar podia ser calculada pela fórmula de Hultqvist[458] (UNSCEAR, 1958; EISENBUD; GESSEL, 1997).

---

[456] Expressão usado por Roser e Cullen para pontos com elevados índices de radiação gama.

[457] Especificações: diâmetro de 4 polegadas, fluxo de ar 40 pés cúbicos por minuto, eficiência de retenção de partículas radioativas de 95%.

[458] $D = 14{,}2 \,.\, 10^{-12} . C_n \; mrad/ano$, onde C_n é a concentração de radônio ou trorônio no ar na unidade 10^{-15} curies/cc. Os valores previstos para os pulmões 0.09 rad, 0.01 e 0.02 rad por ano para uma concentração de 5.10^{-16} curies/cc. A radiação gama sobre rochas e solos contendo quantidades conhecidas de materiais radioativos foi primeiro calculado por Hess Posteriormente, Hultqvist calculou valores característicos de radiação para minerais com as concentrações de materiais radioativos. Hultqvist desenvolveu expressões numéricas simples para a dose de raios gama, corrigida para a radiação espalhada. Se suas fórmulas são usadas para estimar a contribuição para a taxa de dose (D, rad / ano) de várias concentrações de materiais radioativos no solo, UNSCEAR (1958).

Figura 52 - Partes do cintilômetro.

Partes do cintilômetro utilizados por Roser e o grupo de cientistas da PUC nos anos 1960, depositadas no Laboratório Francisco Xavier Roser (Acelerador eletrostático) PUC-RJ. Ao centro um capsula de NaI(Tl). Fotografia tirada por Marcos Martinho, em 12/08/2021.

Foram utilizados três filtros, que ficavam expostos a uma altura de 6 m. Dois desses foram posicionados na rua principal da cidade em seus extremos com a finalidade de medir a concentração dos gases radioativos presentes na atmosfera. O terceiro foi colocado na empresa de mineração MIBRA S/A, onde foram medidos valores elevados de concentração radioativa para o torônio. Detectou-se que as partículas presentes no filtro tinham meia-vida um pouco superior a do tório B (Pb^{212})[459] que é de 10,6 h, devido à presença de impurezas.

Durante os quatro anos de pesquisas com os filtros, os valores médios medidos de concentrações de radônio e torônio foram, 1.10^{-16} Ci/cc[460] e 5.10^{-17} Ci/cc, respectivamente. Essas pesquisas tinha uma componente original, pois as medidas de gases radioativos na atmosfera não tinham sido feitas com filtros de captura de partículas radioativas e câmeras de

[459] Este isótopo instável do chumbo pertence a série do Th^{232}.

[460] A unidade de quantidade de atividade de dado material radioativo cujo o número de desintegração de radionuclídeos por segundo é 3,7 $x10^{10}$. A unidade apresentada por Roser curie/cc não foi encontrada sua definição. Presumimos que seja desintegração por certo volume de ar atmosférico.

ionização simultaneamente. A percepção era que os filtros apresentavam valores relativamente mais baixos do que quando medidos por câmeras de ionização. (CULLEN, 1958). O experimento mostrou que as medidas obtidas por ambos os equipamentos eram equivalentes (ROSER; CULLEN, 1962).

Uma das questões centrais da pesquisa seria conhecer as doses radioativas ionizantes recebidas por um indivíduo ao longo de um período determinado. Guarapari oferecia essas condições para esse estudo, já que milhares de pessoas que ali residiam estavam continuamente sujeitas as variações dessas irradiações em seu trânsito diário pela região.

Para conseguir as medidas dessas doses diárias recebidas pelos habitantes, Roser e colaboradores utilizaram pacotes de cristais de NaI (Tl) fosforado, que amplificavam os sinais em locais de baixa radiação gama. Com um dispositivo contendo os cristais acoplado ao corpo através de um cinto, as doses eram coletadas por 24 h. Segundo Roser, o método apresentava algumas dificuldades em relação à dependência entre a densidade do filme e as taxas de doses captadas, fazendo com que algumas amostras fossem descartadas (ROSER; CULLEN, 1962).

Os filmes em boas condições de análise eram enviados para o Laboratório de Segurança e Saúde (HASL[461]) da US-A.E.C, em Nova York. Os dados obtidos por meio dos pacotes de cristais estavam em concordância com as medidas da câmera de ionização, e também com as recentes pesquisas apresentadas pela comunidade internacional, conforme descrito em relatório (ROSER; CULLEN, 1962).

Outra forma de investigação implementada por Roser e Cullen foi o método de exalação de torônio. Em ambientes de alta concentração radioativa é comum seres vivos fazerem a ingestão de partículas carregadas através da respiração ou dos ciclos da natureza como o do carbono e/ou da água. A semelhança entre o mesotório (MsThl) e o cálcio faz com que este nuclídeo seja absorvida pelos tecidos e ossos humanos após a ingestão de alimentos contaminados. A série radioativa do mesotório tem cinco emissores de partículas alfa de 32 MeV e quatro de partículas beta com 6 MeV (ROSER; CULLEN, 1962).

Em Guarapari, havia também a possibilidade de se estudar o mecanismo de absorção do mesotório pelos humanos. O método escolhido para isso propunha a captação da expiração humana por meio de um vaso coletor de 40 l, durante uma hora, tempo necessário para que uma pessoa exalasse partículas de torônio e/ou seus produtos. Essas partículas depositadas nesse vaso eram coletadas eletrostaticamente sobre uma prancheta suspensa com um recipiente e mantida num potencial negativo de 10 000 V. A prancheta era coberta com uma fina camada

[461] Health and Safety Laboratory (Divisão de Saúde da A.E.C)

de cristais de sulfato de zinco, depois colocada de frente a um tubo fotomultiplicador. A atividade alfa era medida por um período de 20 horas (ROSER; CULLEN, 1962).

Roser e Cullen acreditavam que esse aparato experimental teria a sensibilidade equivalente a qualquer contador de corpo inteiro (whole body counting) [462], com a vantagem de ser relativamente barato e transportável. Contudo, a dupla de cientistas, mais tarde, mudaria de opinião e construiria um contador de corpo inteiro no campus da Universidade Católica, apoiado financeiramente pelos órgãos estatais (ROSER; CULLEN, 1966).

Em 1962, Padre Roser participou das Assembleias da UNSCEAR em Nova York, ocasião em que apresentou um relatório contendo os levantamentos radiométricos realizados no Projeto Guarapari, nas áreas das areias monazíticas do Espírito Santo, com picos de 1 mR/ano, e nas rochas intrusivas do Morro do Ferro, Minas Gerais, picos de 12 mR/ano. As medidas obtidas com câmaras de ionização e contadores de cintilação foram publicadas na seção de regiões de elevada radiação natural, mais especificamente na crosta terrestre (solos e rochas). Na mesma seção em que Roser descreveu os seus resultados, foram apresentados dados de mais quatro regiões, com destaque para Kerala e Madras, na Índia, com picos de 200 mR/ano de radiação beta. (UNSCEAR, 1962).

Por cerca de dois anos, Roser e Cullen percorreram a região das monazitas (ES) e das rochas vulcânicas intrusivas (MG) procurando por níveis anormais de radioatividade natural com a finalidade de mapeá-las. Esses levantamentos visavam colaborações interdisciplinares (biólogos, químicos, botânicos e geneticistas). Sobre isso Eduardo Penna-Franca (Figura 53) escreveu no prefácio de sua tese sobre os trabalhos que desenvolveu por conta do Projeto Guarapari:

> O extraordinário trabalho pioneiro de Roser, Cullen e colaboradores da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, que procederam ao levantamento radiométrico de extensas áreas do Brasil e à seleção de sítios e populações mais favoráveis à investigação biológica, abriram perspectivas para estudos rádio-ecológico [sic] e radio-epidemiológico [sic] a serem conduzidos nestas regiões[463] (PENNA-FRANCA, 1968, p. 5).

Nos anos seguintes, o projeto ganhou novos contornos científicos com o ingresso de Merril Eisenbud, da Universidade da Nova York. Sua presença não trouxe apenas recursos da

[462] Contadores de corpo inteiro

[463] A opinião do Penna-Franca é interessante sobre o ponto de vista da relação científica interdisciplinar que Roser estabelecia com os seus colaboradores, além de mostrar que a colaboração com os biólogos foi produtiva e profícua.

US-A.E.C ao programa, mas também fomentou outras parcerias e apoio para as expedições, alargando os horizontes para a pesquisa nas regiões radioativas. Para Penna-Franca (1968, p.5), antes de Eisenbud, aos estudos faltavam condições materiais e psicológicas para nos lançar num programa de pesquisa de envergadura, como exigia a exploração de algumas possibilidades científicas dessas regiões, pode ser demostrado pela incipiente produção do grupo. Por exemplo, no seu próprio grupo, ele estava trabalhando em um método de determinação para a captação de partículas radioativas por frangos em laboratório (MUSACHIO; PENNA-FRANCA, 1961) sem nenhuma conexão direta com o trabalho do Projeto Guarapari conduzido por Roser (CULLEN; ROSER, 1962).

Figura 53 - Pe. Roser na reunião da UNSCEAR de 1962.
Pe. Roser, Eduardo Penna-Franca (meio) em conversa com uma terceira pessoa desconhecida na cidade de Nova York, por conta da reunião da UNSCEAR de 1962.
Fonte: NMPUC.

A eficiência da exalação é definida com a percentagem da produção de torônio com o corpo que exalou. Quando é produzido no baço a eficiência é de 8 porcento e nos ossos é de apenas 1 porcento. Experimentos sobre contaminações por rádio e/ou mesotório em ossos indicavam que o segundo seria responsável por 47 % do total das contaminações. Assim 40 % das emissões das partículas alfas seriam oriundas dos ossos. Deve ser observado que, na época,

não era incomum a existência de divergências com respeito à origem das emissões internas, o que exigiu um refinamento das técnicas de obtenção desses dados e da teoria vigente que ainda estava sendo construída (ROSER; CULLEN, 1962).

5.4.3 O Projeto Radio-epidemiológico: estudos dosimétricos da população de Guarapari em colaboração interinstitucional internacional

As incursões às regiões de elevada radioatividade no Brasil não geraram significativos resultados de pesquisa até o ano de 1963, apesar dos detalhados levantamentos radiométricos, realizados para selecionar sítios e populações favoráveis à investigação radiobiológica. Faltavam ao grupo de pesquisadores recursos financeiros e materiais, além de orientações de pesquisa mais precisas, isto é, escasseavam pessoas com conhecimentos nas técnicas relacionadas às investigações em contaminação por radiação ambiental, para operação de equipamentos e a realização de medidas no campo. Merril Eisenbud (Figura 54) estabeleceu com as universidades brasileiras (PUC e IBF-UB) uma pareceria que preencheria as lacunas do Projeto Guarapari. Ele era um pesquisador experiente, tendo sido diretor do HASL-A.E.C de 1947 a 1959. A partir dos anos 1960, ele se dedicou à pesquisa na Universidade de Nova York (NYU), dirigindo o Laboratório de Estudos Ambientais. Eisenbud também fez parte da delegação norte-americana da UNSCEAR, local onde Roser e ele se conheceram em 1956.

Com a presença de Eisenbud houve um intenso intercâmbio entre pesquisadores e as instituições. Um deles foi Robert Drew, que conclui seu doutorado com uma tese sobre populações de seres vivos em locais de elevada radioatividade de fundo em regiões brasileiras; por alguns anos, ele foi professor visitante na PUC-RJ. A parceria deu novos contornos ao programa, permitindo desenvolver investigações sobre contaminação radioativa, integrando áreas de pesquisas como a física, química e biologia. A colaboração internacional trouxe visibilidade, conhecimento e recursos para execução das pesquisas e treinamento, por exemplo da Pan American Health Organization (PAHO) que custeava as passagens dos intercâmbios. Parte dessa história é contada pelo próprio Eisenbud:

> Pouco tempo depois, fui convidado ao Brasil como consultor da Organização Pan-Americana da Saúde para conhecer esses lugares interessantes e aconselhar os cientistas da Universidade Federal e da Universidade Católica sobre o tipo de pesquisa que deveria ser realizada. Pouco depois de me mudar para a NYU, fiz as primeiras trinta viagens para aquele país maravilhoso. Fortes laços de amizade e respeito se desenvolveram entre a equipe de nosso laboratório e os alunos e docentes de duas universidades brasileiras. Publicamos muitos trabalhos de pesquisa conjunta e também trocamos estudantes de pós-graduação (EISENBUD, 1990, p. 154).

Figura 54 - Merril Eisenbud.

Merril Eisenbud, americano, especialista em contaminação radioativa. Colaborador nas pesquisas em radioatividade natural no Brasil.
Fonte: National Academy of Enginnering.

Os treinamentos mencionados por Eisenbud possibilitaram a qualificação dos quadros de cientistas da PUC envolvidos com as pesquisas em radioatividade natural. Alguns eram enviados à Universidade de Nova York para cursos de pós-graduação, outros recebiam treinamento na própria PUC, através dos pesquisadores americanos que vinham na condição de professores visitantes. Pela PUC-Rio, Enrique Raul Rentería Guerrero[464] foi enviado para NYU. (PUC-RIO, 1963) E por parte da PUC, Enrique Raul Rentería Guerrero[465] foi enviado para NYU. (PUC-RIO, 1963). Até então, os treinamentos, dados ou pelo próprio Roser o pelo Cullen, estavam baseados no manuseio dos equipamentos. Conforme explicado por um dos primeiros assistentes, Antônio Olinto, quando perguntado sobre se havia algum treinamento para as pesquisas de campo em Guarapari: "Aí, sim, mas isso a gente já sabia do próprio

[464] Engenheiro Formado pela PUC, fez seu mestrado em física na NYU. Depois concentrou sua carreira em no campo da história.

[465] Engenheiro Formado pela PUC, fez seu mestrado em física na NYU. Depois concentrou sua carreira em no campo da história.

laboratório"[466]. Sua resposta demonstra que o conhecimento necessário lhes era passado pela rotina de laboratório alcançadas no próprio Instituto de Física da PUC.

O projeto também teve apoio da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (transporte, acomodação e bolsas), mas sem a dotação de quantias vultuosas para compra de equipamentos ou treinamento no exterior. O foco da comissão nesse projeto se situava na operação e manutenção de reatores nucleares. Muitas divisões foram criadas para atender as demandas correlatas ao desenvolvimento dessas áreas científico-tecnológico[467] (ROSER *et al*., 1965; ROSER; CULLEN, 1966). Importante destacar que o pessoal da PUC e do IBF também contaram com auxílio do Museu Nacional através do entomologista J. Becker e da botânica M. Emmerich para investigações relacionadas a ecologia (ROSER *et al*., 1965).

As pesquisas ganharam novos rumos com características ecológico-epidemiológicas. A utilização de artefatos nucleares e a consequente liberação de *fallout* (partículas radioativas em precipitação na atmosfera) despertou a consciência sobre a contaminação ambiental, que se ampliou para outros tipos de vetores de contaminação, a título de exemplo os produtos químicos usados ou despejados no ambiente. Estudos relacionados ao tema levantaram questões difíceis sobre a degradação dos ecossistemas, em especial, devido ao contágio por radioatividade. Quais eram os caminhos ecológicos pelos quais essas partículas chegam aos humanos? Como se acumulavam e quais os seus danos ecológicos? Existiriam efeitos sinérgicos com outros poluentes ambientais? Sobre muitos aspectos, esperava-se que esses estudos pioneiros, tomados inicialmente em usinas nucleares e depois em programa de pesquisas em universidades, fornecessem as ferramentas necessárias para a compreensão do processo de poluição radioativa ambiental e seus efeitos sobre saúde humana. Assim, caberia aos estudos verificar e demostrar que a exposição a baixas doses não era digna de preocupação à vida em nosso planeta (EISENBUD; GESSEL, 1997).

Os grupos de pesquisa se dividiram em dois sítios radioativos: Guarapari e Morro do Ferro. O grupo liderado por Roser atuou nas duas localidades. Contudo, na cidade do Litoral Sul capixaba eles realizaram medidas dosimétricas da população, ou seja, mediram a exposição ou a dose de radiação absorvida pelas pessoas residentes a partir de dosímetros termoluminescentes sobre o corpo. Essas novas pesquisas visavam à ampliação das informações dos níveis de contaminação da população, em relação aos dados obtidos em anos

[466] Olinto, Antônio César. "Antônio César Olinto depoimento" [14 de agosto. 2018]. Entrevistadores: A.A.P. Videira e M.P.C. Martinho. Entrevista concedida ao Projeto de tese sobre Padre Roser por M. Martinho, realizada no CBPF.

[467] Relatório Anual-Comissão Nacional de Energia Nuclear (1966) - Ministério de Minas e Energia

anteriores. Nessa nova fase, ocorreu a substituição dos dosímetros a base de cristais de iodeto de sódio dopado com tálio, colocados em cintos, por cristais de fluoreto de lítio, dispostos em medalhas. Esses últimos apresentavam um melhor tempo de exposição. Enquanto o primeiro dosímetro tinha uma capacidade expositiva que não passava de 24 horas para atividades baixas de radionuclídeos e baixa propriedade de reutilização, o outro era mais resistente e suportava tempos longos de exposição. No período compreendido entre 1963-64, realizou-se um estudo de reconstrução de doses vitalícias[468] de muitos indivíduos (cerca de 150 participantes) das cidades de Guarapari e Meaipe. Esse novo método permitia exposições de três a seis meses, o que melhorava as análises das doses recebidas por um indivíduo por longos períodos. Desse modo, outros pesquisadores poderiam utilizar os dados obtidos por Roser e prosseguir nas investigações sobre a interferência dos possíveis fatores que disseminam doenças provocadas pela exposição radioativa contínua de baixa atividade.

A pesquisa era parte integrante de uma ação coletiva entre o IF-PUC e o IBF-UB. Ao primeiro coube aplicar os testes dosimétricos explicados anteriormente. E, ao segundo, através da análise sanguínea, fazer um estudo sobre danos cromossômicos (ROSER *et al*., 1964). A partir desse estudo, cujos resultados não foram publicados no relatório devido à demora da entrega dos resultados pela fabricante[469], os cientistas da católica, por volta de 1965, reorientaram a metodologia de pesquisa dosimétricas, tanto no tempo de exposição dos dispositivos de detecção quanto na distribuição mais uniforme dentro da cidade do que os testes realizados anteriormente. A pesquisa contou com 156 participantes, sendo que 24 receberam um par de medalhas para verificar possíveis erros de medidas. O desvio estava dentro do erro experimental da medida. Duas medalhas foram usadas por participantes do Rio de Janeiro, que foram usadas como medidas de controle. Os cristais termoluminescentes foram usados por três meses. Das 156, apenas 115 retornaram para serem avaliados pela CON-RAD Co. O resultado das taxas de doses de radiação recebidas pela população de Guarapari, em média, ficara em torno de 717 mR/ano. Apenas 19 % dos participantes receberam doses acima de 1 R/ano (ROSER *et al*., 1965).

Os participantes eram submetidos a dois testes para verificar os níveis de radiação que estavam sujeitos: o dosimétrico relatado acima e a verificação da contaminação interna avaliada

[468] A expressão diz respeito as doses recebidas por uma vida. Considerando o fluxo constante de radiação natural, desde tempos imemoriais, de determinadas regiões, seria possível conhecer os valores de radiação recebidos pela pessoa residente, desde seu nascimento ou momento em que foi viver na região até a data dos estudos.

[469] As leituras eram feitas pela fabricante dos dosímetros, assim todos os usados eram enviados a CON-RAD Company, em Cambridge, Massachussetts.

pelo método da respiração. Em regiões de elevada contaminação é natural que os organismos vivos façam a ingestão de partículas radioativas através da respiração ou dos ciclos da natureza como o do carbono e da água. A semelhança entre o mesotório (MsThl)[470] e o cálcio, que pode ser absorvido pelos tecidos e ossos humanos após a ingestão de alimentos contaminados, foi considerada por Roser e seus colaboradores, já que existia a possibilidade de avaliar o mesotório por conta de um dos seus produtos ser um gás[471].

Os resultados obtidos de forma direta pelo método de respiração indicavam valores na faixa entre 0.16 - 0.52 nCi[472], assumindo uma eficiência de 8%, que significava que a origem do mesotório estava no fígado ou baço. Essa hipótese de eficiência levou-os ao experimento conhecido como o contador de corpo inteiro (*whole body counter*) para melhorias na precisão da origem dessa irradiação interna. A partir da identificação preliminar da carga corporal obtida por esses métodos, os participantes eram convidados a realizar o teste de corpo inteiro para a determinação da origem dessa carga radioativa interna.

Medidas de corpo inteiro era uma prática conhecida e difundida pela comunidade internacional desde 1950; o primeiro deles foi construído por Leônidas Marinelli[473]. A contagem de corpos inteiros referia-se à medição de radioatividade dentro do corpo humano. A técnica era aplicável principalmente aos materiais emissores de radiação gama. Os decaimentos de partículas alfa também podiam ser detectadas indiretamente por sua radiação gama coincidente. Em certas circunstâncias, emissores beta eram medidos, mas com sensibilidade degradada. O posicionamento dos participantes do experimento podia ser realizado de múltiplas maneiras: sentada, deitada, em pé. Os detectores podiam ser únicos ou múltiplos e estar estacionários ou em movimento. As vantagens da contagem de corpos inteiros eram que mediam diretamente o conteúdo corporal, independe de métodos indiretos[474].

---

[470] Produto do decaimento do tório. A família química do mesotório tem cinco emissores de partículas alfa. De 32 MeV e quatro betas com 6 MeV.

[471] O método usado para a detecção desse gás, orienta que após uma pessoa expirar dentro de um vaso coletor de 40 l por cerca de uma hora, ela exala trorônio e seus produtos. As partículas são coletadas eletrostaticamente sobre uma prancheta suspensa com um recipiente e mantida num potencial negativo de 10 000 V. A prancheta, coberta de com uma camada de cristais de sulfato de zinco é colocado revestimento semelhante a um tubo fotomultiplicador. A atividade alfa é contada num período de 20 horas.

[472] Mede atividade da amostra radioativa.

[473] Leônidas D. Marinelli - (28 de novembro de 1906 - 13 de setembro de 1974) foi o físico radiológico norte-americano que fundou o campo da Radiobiologia Humana, em 1942. Marinelli estabeleceu os princípios para a determinação da dosagem de radioisótopos internos no corpo humano. Fonte: *Leonidas D. Marinelli, Ph.D. | Radiology (rsna.org)*

[474] Operational Monitoring Good Practice Guide - The Selection of Alarm Levels for Personnel Exit Monitors. Industry Radiological Protection Coordination Group, NPL, UK, Dec 2009.

As medidas de corpo inteiro necessitavam de uma sala blindada. A blindagem poderia ser realizada de diversas formas. Roser optou por uma proteção com toneladas de açúcar, pois possuía propriedades químicas[475] que favoreciam aos resguardos externos, além da viabilidade financeira. O Instituto do Álcool e Açúcar e a Companhia Siderúrgica Nacional colaboraram com a doação de sacas de açúcar e dos ferros, estes últimos para a construção do experimento no Laboratório Nacional de Dosimetria, que ficava no Campus da Gávea (Figura 55 e 56). (ROSER; CULLEN, 1966).

O arranjo experimental, mostrado na Figura 57, era constituído por uma pequena cabine blindada com sacas de açúcar (47 x 40 cm²), onde o participante entrava sem roupas, depois de uma ducha para limpeza de impurezas e permanecia sentado por 50 min. A detecção da radiação ionizante era feita por um cristal de 100 cm^2, de iodeto de sódio dopado de tálio, usados em conjunto com fotomultiplicadores e um analisador de 256 multicanais. O estudo registrou valores médios para amostra populacional de Guarapari na ordem de 1 nCi. (ROSER; CULLEN, 1966).

Finalmente, abordamos a interessante estratégia utilizada por Roser e seu grupo para conseguir participantes para a realização dos estudos dosimétricos em Guarapari. Para que estes fossem efetuados, os integrantes da pesquisa deveriam usar os dosímetros junto ao corpo por longos períodos, conforme já mencionado. Nas primeiras medições com os cristais de NaI (Tl), a forma de acoplar os cristais foi por meio de cintos. Para que a população utilizasse sem receio, tudo era explicado e, como exemplo, os próprios membros, em particular os padres, da equipe utilizavam o dispositivo durante o período de investigação.

Nesse primeiro momento, a pouca quantidade de pacotes de cristais, limitava a quantidade pessoas para o experimento. Desse modo, os dados obtidos também não permitiam fazer uma análise mais abrangente e conclusiva sobre as doses recebidas. Conforme relatado, pelo então estagiário Antônio Olinto, o fato de serem padres lhes dava vantagem no trato com os munícipes que participavam das pesquisas: "Tem uma vantagem, que era uma cidade pobre, na época, os evangélicos eram inexistentes e eles eram padres. Iam, rezavam a missa todo dia, e a turma ia lá. Então, isso dava para os moradores, isso era uma autoridade e uma aceitação.[476]"

[475] As sacas de açúcar ofereciam uma espessura suficiente para blindar as radiações externas, impedindo sua interferência no experimento.

[476] Olinto, Antônio César. "Antônio César Olinto depoimento" [14 de agosto. 2018]. Entrevistadores: A.A.P. Videira e M.P.C. Martinho. Entrevista concedida ao Projeto de tese sobre Padre Roser por M. Martinho, realizada no CBPF.

Em uma comunidade pouco esclarecida, e em sua maioria católica, a presença de dois padres, dava-lhes ascendência moral sobre a população, o que acabava por abrir portas: a prática científica recorreu à fé para ser realizada. Naquela época, a simples desconfiança sobre um determinado grupo, mesmo que constituído por cientistas bem-intencionados, poderia não ser bem-sucedida no recrutamento de participantes para os testes dosimétricos. Cerca três anos depois das primeiras medidas, já com os dosímetros termoluminescentes de fluoreto de lítio, a forma de coleta das doses recebidas passou a ser realizada por meio de medalhas, na verdade escapulários, que continha os detectores. Essa nova forma permitia que os participantes da pesquisa ficassem por mais tempo com o dispositivo de forma mais confortável e contínua.

Ainda sobre a distribuição dos dosímetros para a população, Marcelo A. Barcinski, na época assistente de Penna-Franca (1965), descreve, conforme fala abaixo, alguns pormenores dos procedimentos utilizados pelos grupos da Católica e da Biofísica. Esse procedimento também é relatado pelo Dr. Jacob Kastner[477]: "para induzir essas pessoas a usarem os pacotes continuamente, eles foram disfarçados como medalhões religiosos de areia distribuídos pelo cientista principal, os padres jesuítas Thomas L. Cullen e o falecido Francisco X. Roser" (KASTANER, 1968).

> Enfim uma ideia que surgiu foi de desenvolver um dosímetro que fosse capaz de medir as doses baixas de radiação, que foi uma construção do Penna Franca, junto do Anselmo[478] e M. Bender[479][480]. Como foi para a população de Guarapari carregar esse dosímetro e obviamente isso não era fácil, pois as pessoas tiravam, achavam chato e tiravam a noite. E a ideia que surgiu e que eu vou falar entre aspas, que na época era completamente aceitável. Foi a ideia de se colocar esses dosímetros dentro de um escapulário, e o padre distribuía isso para a população como, enfim... Abençoado pela igreja... Na época isso tinha o beneplácito até da própria igreja, com o Padre Cullen e o Roser. E era necessária a presença deles no sentido de fazer convencer a população usar esse escapulário durante pelo menos um certo tempo, sem tirar seja de noite, seja de dia, obviamente tiravam para tomar banho e depois colocar de novo. O que nos daria uma medida aproximada que cada um desses habitantes recebia.[481]

[477] Físico canadense, especialista em radioatividade, pesquisador associado do Laboratório Nacional de Argonne, Illinois.

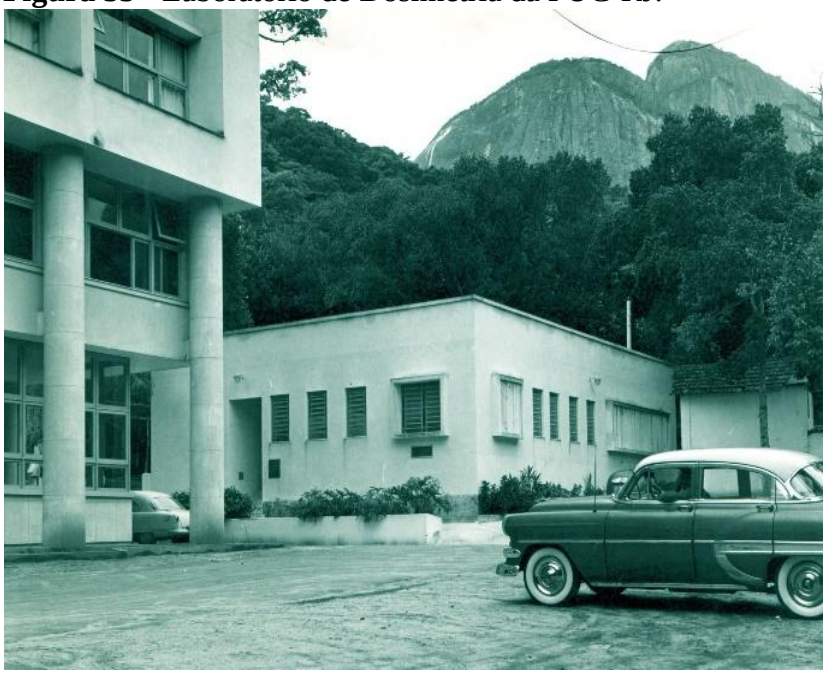
[478] Anselmo Salles Paschoa (1937-2011), físico nuclear, professor da PUC (1965-2005).

[479] Biólogo, Pesquisador de Oak Ridge.

[480] Importante destacar que os medidores eram da Conrad Co. Contudo, os pesquisadores podem ter adaptado para seu uso na pesquisa naquela realidade. Mas não tivemos acesso a essas informações em nenhum documento analisado.

[481] Barcinski, Marcelo André. "*Marcelo André Barcinski depoimento"* [24 de agosto de 2021]. Entrevistadores: A.A.P. Videira e M.P.C. Martinho. Entrevista concedida ao Projeto de tese sobre Padre Roser por M. Martinho, realizada por videoconferência.

Figura 55 - Laboratório de Dosimetria da PUC-RJ.

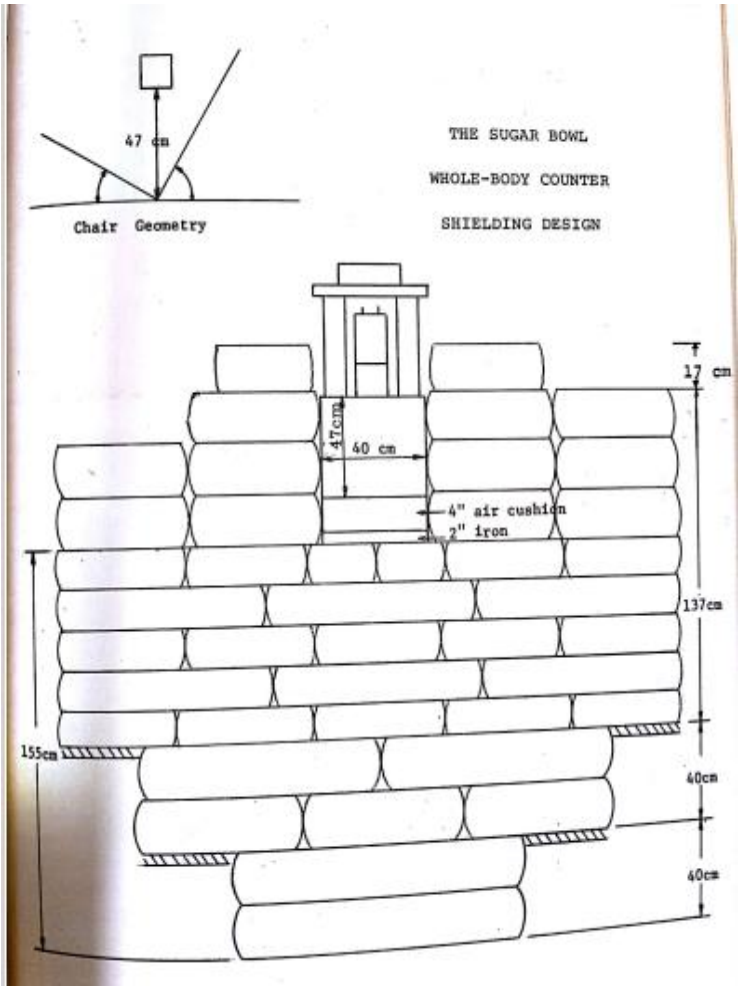


Campus Gávea, construído com apoio da CNEN. Local onde foi instalado o Contador de Corpo Inteiro, provavelmente fins da década de 1950.
Fonte: Acervo: Núcleo de Memória da PUC-RJ.

Figura 56 - Sacos de açúcar para serem usados como blindagem no Contador de Corpo Inteiro.

Laboratório de Dosimetria da PUC-RJ, Campus Gávea, provavelmente fins da década de 1950.
Fonte: Acervo: Núcleo de Memória da PUC-RJ.

Figura 57 - Representação do contador de corpo inteiro.

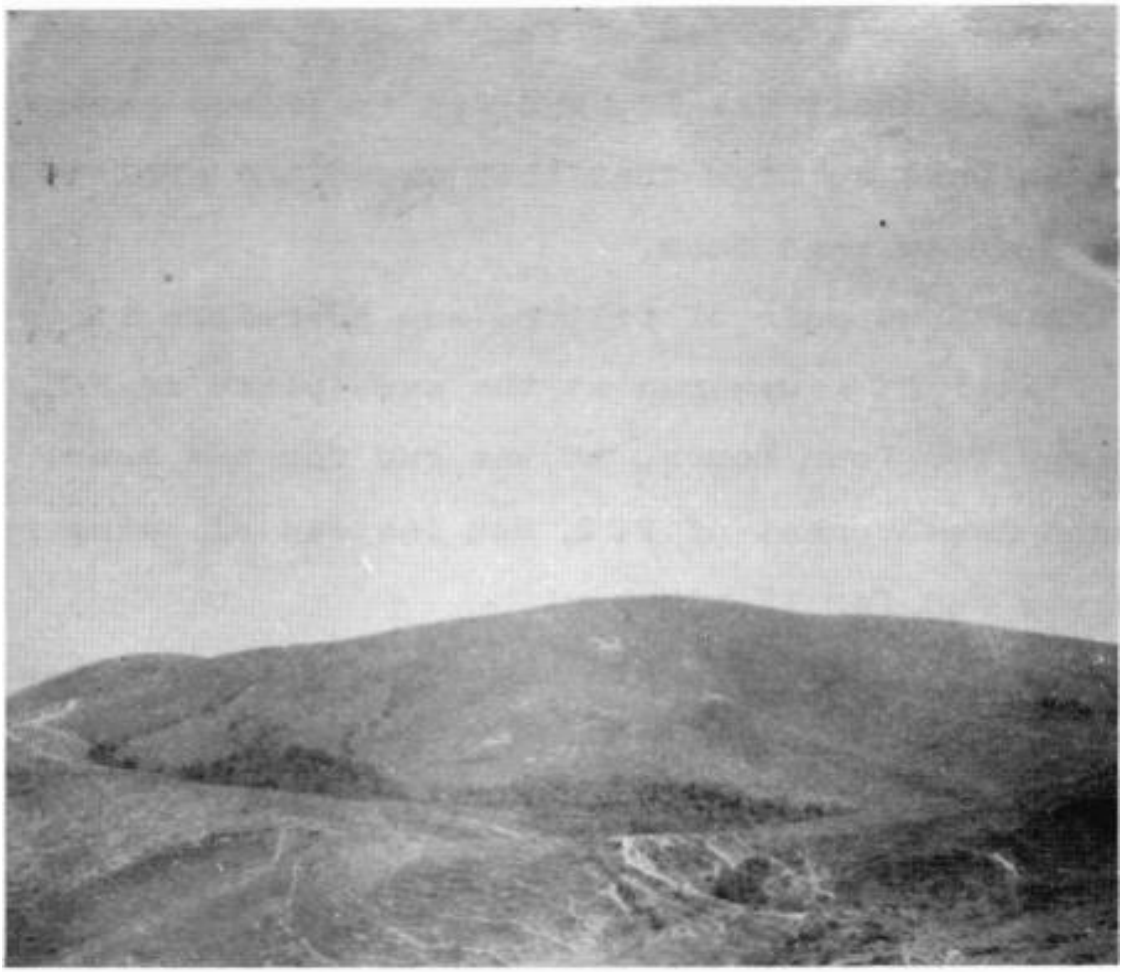


Representação do contador de corpo inteiro, utilizado por Roser em participantes de Guarapari. A figura mostra também a posição geométrica da cadeira em relação aos detectores (ROSER; CULLEN, 1966).

5.5 MORRO DO FERRO: UM “AGRESTE RADIOATIVO”

A formação geológica do morro é oriunda de matéria vulcânica encontrada na região mineira de Poços de Caldas. O local investigado tem um diâmetro de 35 km, com altura máxima de 500 m acima do substrato de granito circundante com declive acentuado (Figuras 58 e 59). A região radioativa cobre uma área de 0,35 km² e sondagens indicam uma profundidade de 100 m. Naquela época era o maior depósito de minerais físseis conhecido no Brasil.

Figura 58 - Vista fontal do Morro do Ferro.

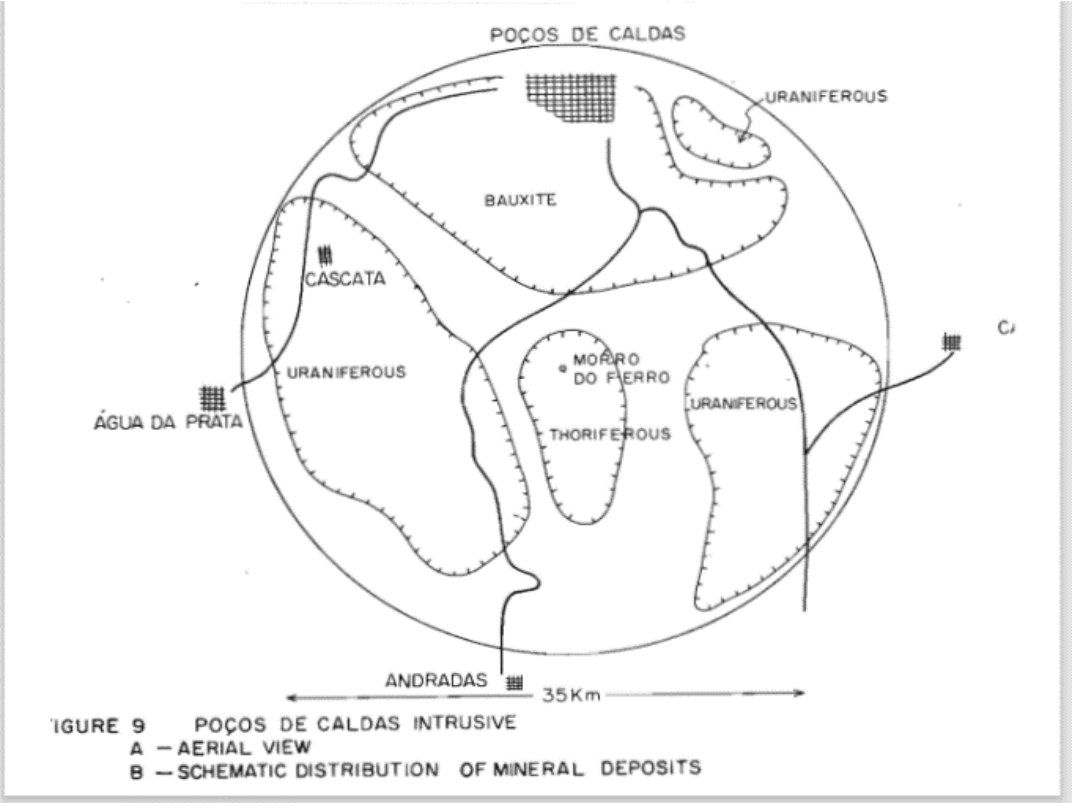


Fonte: Roser e Cullen, 1962.

Os primeiros estudos conduzidos pelo Padre Roser, com a assistência do Padre Cullen, no Morro do Ferro compreendem o período de 1956-1958. A dupla realizou inicialmente levantamentos radiométricos comunicados ao Comitê Científico das Nações Unidas (UNSCEAR, 1958). Mais tarde eles procederam investigações sobre absorção de partículas radioativas pelos vegetais, com intuito de obter resultados rápidos sobre os mecanismos de transferência de isótopos e suas consequências em seres vivos (ROSER, 1958). O Morro do

Ferro, por exemplo, possuía condições de contaminação radioativa semelhantes às produzidas por uma suposta distribuição de fallout em larga escala.

Figura 59 - Esboço da região de estudo.



O Morro do Ferro se encontra no centro da representação gráfica cercado por depósitos de urânio. A esquerda a vila de Cascata (SP) e acima, ao Norte do Morro do Ferro, se encontra o centro de Poços de Caldas (MG).
Fonte: Roser e Cullen, 1962.

As regiões toríferas produzem o mesotório radioativo semelhante ao cálcio absorvido pelos vegetais, que podem ainda ser absorvido por humanos através da ingestão pela cadeia alimentar. Pesquisa realizadas em área de 0,5 km², registraram níveis de intensidade de 1 a 2 mR/h, radiação (beta e gama) que atingia os seres vivos dessa região. Na investigação, a dupla coletou capim, plantas etc. Produziram autorradiografias, encontrando altos níveis de radioatividade nos materiais pesquisados (Figura 60). Encontrou-se uma concentração cerca de 30 vezes maior na vegetação local do que em locais normais.

Em expedições posteriores realizadas no início dos anos 1960, outros levantamentos radiométricos foram executados na região do Morro do Ferro, indicando variações de magnitude com relação às medidas anteriores, os valores encontrados estavam na faixa de 1-3 mR/h, em uma pequena região de 0.15 km² (ROSER; CULLEN, 1962)

Figura 60 - Autoradioagrafia de uma samambaia coletada.

Autoradioagrafia de uma samambaia coletada por Cullen e Eisenbud, no alto da montanha onde os níveis de radioatividade chegam a 3 mR/h. A radioatividade natural se deve à presença principalmente de rádio-228.
Fonte: Kastaner, 1968.

As sondagens executadas por meio de câmeras de ionização, próximo ao poço da mina e das áreas com maior radioatividade, também por cintilômetros portáteis em dois caminhos designados com A-B e C-D (Figura 61). Com as câmeras encontraram valores de 1,3 mR/h. Por outro lado, com os cintilômetros portáteis registraram valores máximos de 3,3 mR/h

Desde as primeiras incursões à Região Sul do Estado de Minas Gerais, se efetuaram medidas atmosféricas no Morro do Ferro. Filtros de ar, também utilizados nas pesquisas sobre fallout, produziram bons resultados, indicando 40 % de tório em equilíbrio no ar. Com o

processo de filtragem do ar atmosférico fora possível observações dos decaimentos de gases radioativos, duas horas após o término da filtragem (ROSER; CULLEN, 1962).

Alguns anos depois, em 1964, o grupo de física da PUC retoma o trabalho no Morro Ferro, concentrando boa parte de seus esforços à região para novos levantamentos, ampliando as investigações com aplicação de novos métodos. Os objetivos naquele momento estavam na realização de estudos que caracterizassem a radiação ambiental em uma área confiável.

As encostas íngremes ofereciam dificuldades pela falta de marcos observáveis a um mapeamento eficaz. Na intenção de otimizar o trabalho, o grupo estabeleceu seus próprios marcos de localização com quarenta estacas de madeiras no total. Por intermédio do Jeep usado nas expedições foi possível abrir caminho na vegetação e demarcar uma região com 70 m de comprimento (Figura 62).

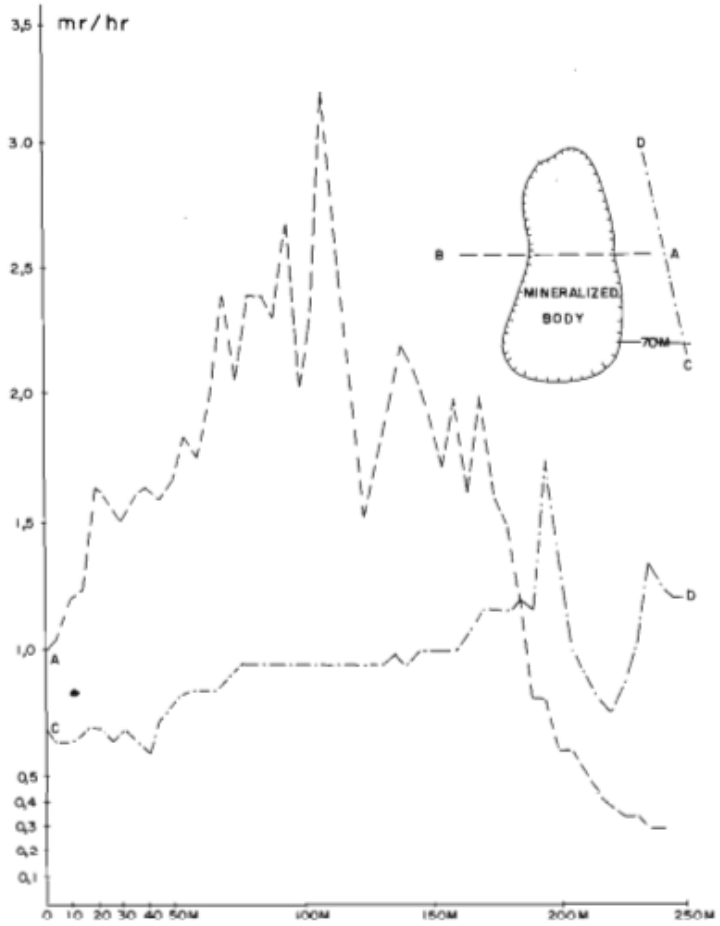
O mapa radiométrico foi obtido por uma câmera de ionização que operava à pressão atmosférica e também por eletrômetro para as medidas de corrente de ionização. Os equipamentos eram recarregados diariamente pela bateria do Jeep. Das áreas medidas, Roser chama atenção para a encosta do lado sul da montanha, que seria de grande interesse para estudos biológicos, devido à radiação variar entre 1,5 - 3,0 mR/h, com flora e fauna em relativa abundância.

Amostras de solos ricos em vegetação foram coletadas, colocadas em sacos plásticos e enviadas para o laboratório da PUC. Após a chegada ao Rio de Janeiro, as amostras eram secas ao ar, para mais tarde serem peneiradas durante trinta minutos. O resultado do último processo separava as amostras em cinco categorias granulométricas, que finalmente eram encaminhadas para ensaios de espectroscopia gama e alfa.

O mapa radiométrico foi obtido por uma câmera de ionização que operava à pressão atmosférica e também por eletrômetro para as medidas de corrente de ionização. Os equipamentos eram recarregados diariamente pela bateria do Jeep. Das áreas medidas, Roser chama atenção para a encosta do lado sul da montanha, que seria de grande interesse para estudos biológicos, devido à radiação variar entre 1,5 - 3,0 mR/h, com flora e fauna em relativa abundância.

Amostras de solos ricos em vegetação foram coletadas, colocadas em sacos plásticos e enviadas para o laboratório da PUC. Após a chegada ao Rio de Janeiro, as amostras eram secas ao ar, para mais tarde serem peneiradas durante trinta minutos. O resultado do último processo separava as amostras em cinco categorias granulométricas, que finalmente eram encaminhadas para ensaios de espectroscopia gama e alfa.

Figura 61 - Níveis radiométricos de duas regiões.



Níveis radiométricos de duas regiões selecionadas, uma transversal ao morro (A-B) e outra paralela (C-D). na vertical temos os níveis de radioatividade em mR/h e na horizontal a extensão dos percursos. Perecemos que os níveis nas partes mais altas do morro os índices chegam próximos a 3 mR/h.

O método experimental nos processos de análises gama e alfa empregava 20g de cada amostra colocada em um frasco de vidro, se processava a contagem através de um cristal de iodeto de sódio de 4x4 polegadas, operando por 50 minutos. Desse modo, seria possível saber a concentração de Th^{228} por espectroscopia gama, sua atividade e a razão entre Th^{228} e Ra^{226} por espectroscopia alfa. Este último parâmetro só foi possível observar para os grãos mais finos.

Figura 62 - Vista superior da região do Morro do Ferro.

Vista superior da região do Morro do Ferro com marcação dos locais de estudo (ROSER; CULLEN, 1964).

Medidas de radônio e torônio no ar também foram realizadas nessa segunda incursão ao morro. A presença desses gases no ar contribui em geral para as doses recebidas por pequenos animais. Por essa razão, amostras de buracos de roedores e cupinzeiros foram coletadas na região do Morro do Ferro. Essas pesquisas foram conduzidas por Robert T. Drew, da Universidade de Nova York, que estava na PUC como professor visitante, colaborando com Roser nas investigações de radiação ambiental (PUC-RIO, 1963). Seus interesses estavam justamente na compreensão dos efeitos de radiação ambiental de pequenas doses contínuas sobre os seres vivos que habitavam essas zonas radioativas (EISENBUD; GESSEL, 1997).

Para o experimento, um contador de radônio foi utilizado no estudo. Tal equipamento foi cedido pela seção de saúde da A.E.C com operação contínua no ar local numa taxa de 3 litros por minuto, permitindo-os constatar grande concentração de torônio no ar. Não obstante, o arranjo experimental apresentou alguns problemas como resposta muita lenta ao decaimento do torônio e a quantidade de ar coletada na toca dos animais (roedores e cupins) não ser compatível ao tamanho existente nesses volumes (ROSER et al., 1964).

Para contornar o problema, o grupo de Roser projetou um pequeno sistema com as peças do equipamento doado pelos americanos da A.E.C. O sistema elaborado era constituído por um tubo fotomultiplicador, uma bateria, um pré-amplificador, um scaler separado e frascos para contagens de 175 ml. O procedimento experimental é melhor explicado por Roser:

> Em uso, os frascos foram conectados a um metro de tubo de cobre de 1/4 pol que tinha um pequeno filtro na outra extremidade. O tubo foi gentilmente colocado dentro de em um buraco. Uma bomba de deslocamento manual simples foi então aberta e 500 cc de ar foram deslocados em cerca de 5 segundos. O frasco foi imediatamente selado e colocado sobre o tubo fotomultiplicador na caixa estanque à luz. Assim que a caixa era fechada e a alta voltagem aplicada ao tubo fotomultiplicador, o scaler era encarado, geralmente cerca de 30 segundos. Após a aspiração, as leituras foram feitas em intervalos curtos até que a taxa de contagem se tornasse constante (ROSER *et al*., 1964).

O experimento contou com 24 amostras analisadas, no qual avaliou-se a concentração dos dois gases cujos valores mínimos e máximos estavam na faixa de 285 - 66 500 pCi/l, para o torônio, e 5,3 - 27 400 pCi/l, para o radônio. Qualificou-se também razão Th/Ra que oscilou de 2,75 - 1000.

No primeiro semestre de 1964, o Instituto de Física da PUC, sob a direção do Pe. Roser, empreendeu a construção de diversos equipamentos de pesquisa na oficina, que idealizara desde os tempos de Chicago quando precisava montar e ajustar seus próprios equipamentos[482]. Um deles surgiu de uma necessidade oriunda de flutuações de voltagem na rede elétrica na cidade do Rio de Janeiro aquele ano, o que impossibilitava o uso do recém comprado analisador de multicanais para pesquisas espectroscópicas. Desse modo, construíram na oficina um regulador de voltagem cujo intuito seria evitar danos e dificuldades de operabilidade do equipamento.

Outros equipamentos como fotomultiplicadores, pequenos amplificadores, estabilizadores de temperatura eletrônicos também foram construídos ou montados na mesma oficina. Para a medição de radônio e torônio organizaram um aparato de aspiração com scaler portátil e transistorizado, projetado no laboratório. Ainda nesse período, devido à existência do

[482] Carta escrita ao Pe. Provincial, Chicago, 15/08/1950, acervo da Cúria dos Jesuítas do Rio de Janeiro

moderno CPD instalado na PUC, o grupo se debruçou no desenvolvimento de programas de computadores que pudessem imprimir os dados obtidos pelo analisador multicanais nos cartões perfurados, para assim evitar possíveis falhas humanas no processo de perfuração manual dos cartões, que prejudicaria as análises (ROSER; CULLEN, 1964).

Ao passo que os anos se passavam, as investigações do projeto, iniciado como Guarapari, ganhava novos contornos. Novas questões surgiam especialmente atreladas à radiobiologia, estimulada pelo grupo de pesquisa interinstitucional e internacional. Destarte, coube ao grupo de cientistas da Católica, sob a liderança do Pe. Roser, investigar a correlação entre radioatividade das plantas e as propriedades físico químicas do solo.

Eles estudaram sistematicamente a assimilação de radioisótopos das espécies de plantas da flora do Morro do Ferro. A partir dessa pesquisa esperava-se obter informações valiosas sobre a captação de radionuclídeos pelos vegetais e sua correlação com o solo. Assim o estudo poderia aumentar a compreensão dos cientistas sobre ciclo dos radionuclídeos, bem entender os fatores que melhoram o inibem esse processo.

Para melhor manusear o solo e tirar proveito das amostras, Roser recorreu aos protocolos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura. Havia naquela região uma variedade de solos, assim procedimentos consagrados se faziam necessários (ROSER et al., 1965).

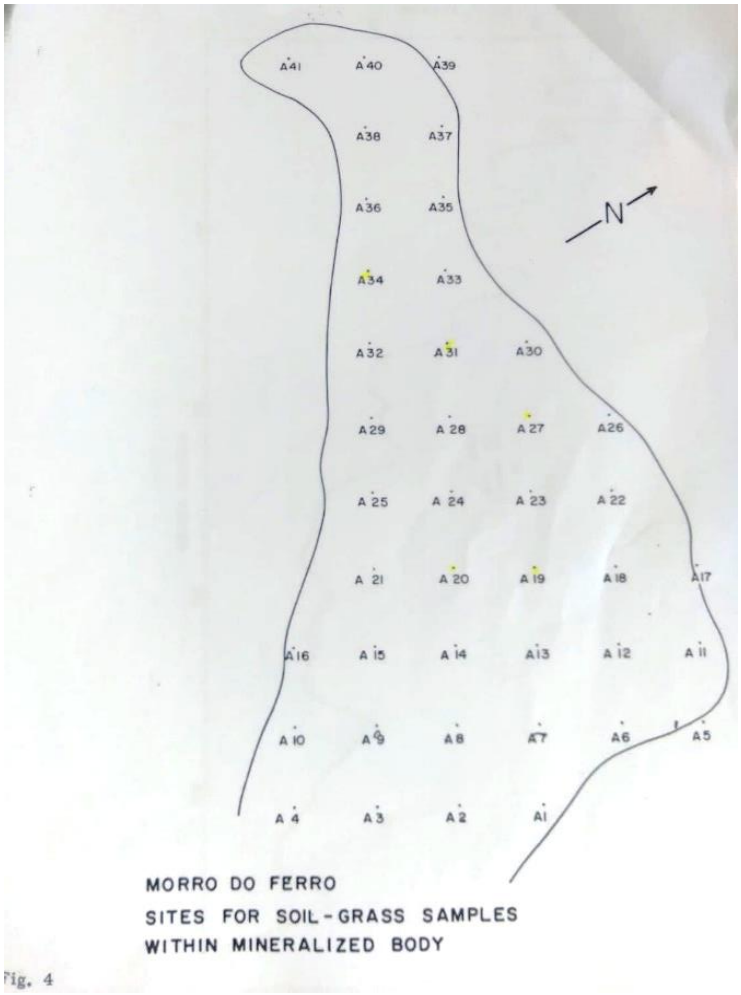
Tendo em vista uma análise com múltiplas correlações, Roser e seu grupo optaram por coletar 30 amostras de solo-grama a serem escolhidas na região. Para a coleta das amostras o grupo recrutou pessoal de Poços de Caldas. O transporte foi até o local foi feito por Jeep emprestado pela CNEN. O solo coletado era duro, pedregoso e empobrecido. A vegetação existente nos declives do morro era pouca. As amostras de vegetação (grama-raiz) retiradas estavam em profundidade de 25-30 cm.

Os mapas radiométricos de anos anteriores guiaram as demarcações realizadas para a coleta de amostras na região. Foram colocadas 41 estacas de referência em formas quadriláteras de lado médio de 50 m (A1-A41). A área de estudos compreende 60000 m^2. (**Erro! Fonte de r eferência não encontrada.**)

Dois tipos de amostras foram escolhidos: grama tipo 1- Andropongo Tener (Neees) Kunth (36 amostras); grama tipo 2- Trachypongo Canescens (Kunth) (Nees) (11 amostras). Os exemplares estavam num raio de 2 m das estacas de referências. Após extraídas do terreno eram ensacadas em bolsas plásticas com partes do solo e numeradas. Todo o processo seguiu os protocolos adotados por agrônomos, conforme orientado pelo Ministério da Agricultura. O reconhecimento e o processo de separação dessas vegetações colhidas se deram no Rio de Janeiro, pela botânica Margareth Emmerich (ROSER et al., 1965).

Os pesquisadores da católica, não se interessaram pelas raízes das gramas para evitar erros nas análises. Elas apresentavam dificuldades de ordem prática, como não conseguir 100 % de separação entre partes do solo e da raiz. Desse modo, se concentraram apenas nas lâminas e no caule.

Figura 63 - Mapa do estaqueamento no Morro do Ferro.



Foram 41 estações. As amostras eram retiradas num raio de 2 m das estacas (ROSER; CULLEN; HEINBERG, 1965).

Uma vez selecionadas as partes de trabalho, submetiam-nas a uma limpeza a seco e depois com água limpa. Ao final do processo seriam cobertas com papel mata-borrão para a secagem por sete dias. Decorrido esse tempo as amostras eram pesadas, transformadas em cinzas, pesadas novamente e finalmente guardadas em sacos plásticos.

As amostras de solo, com 5 kg cada, foram espalhadas e secadas no ar. Em seguida os torrões foram peneirados com cinco tipos de malhas. Pedras e cascalhos foram descartados. O processo todo levou cerca de três meses entre as coletas e a preparação para as análises.

As análises do solo se dividiram em três partes: 1) física, com ensaios mecânicos e medidas granulométricas, buscando determinar a qualidade e o tipo do solo; 2) química, com ensaios para determinar o pH e tratamento com ácido sulfúrico para saber a composição do solo, como a presença de óxidos presentes no solo. Esses ensaios foram realizados em conjunto com o IQ-PUC, sob a chefia do Pe. HainbergerS.J; 3) a espectroscopia gama, cuja contagem se realizava por meio de um cristal NaI (Tl) blindados por Ferro, da mesma forma que o tubo fotomultiplicador. Os pulsos eram amplificados e passados por um analisador de 256 canais, Nuclear Data Model ND 101.

Os dados foram tratados de três formas diferentes: através de osciloscópio, de máquina de escrever elétrica e por cartões perfurados para serem enviados e analisados por programa de computadores.

A partir das análises, concluíram que os espectros obtidos para os solos e plantas no Morro do Ferro mostraram equivalência com o espectro do tório, sem nenhum sinal de picos de Ra^{226} (Figura 64). O espectro alfa também mostrou ausência da família do Urânio. Os espectros das lâminas de gramas e das raízes, por outro lado, revelaram falta de equilíbrio da família do tório. E, por fim, o espectro das cinzas de plantas mostram também um proeminente pico de K^{40}.

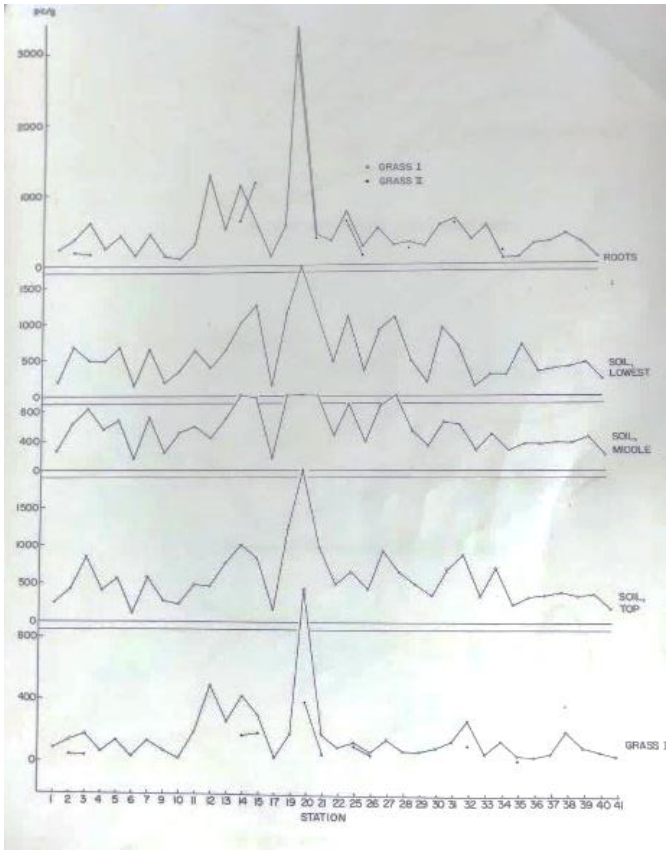
Em 1965, os cientistas da católica se debruçaram no aprimoramento de um programa computacional que levasse menos tempo para executar as análises dos dados obtidos pelos métodos espectroscópicos. Nessa época, o computador Burroughs processava as análises em 35 minutos para um simples espectro (Figura 65). Então, para diminuir o tempo, o grupo decidiu trabalhar numa versão mais simples que pudesse otimizar as análises, porém a versão não ficara pronta para o relatório de 1965 encaminhado à CNEN. Desse modo, decidiram usar partes dos dados para encurtar o tempo de processamento das análises computacionais.

A finalidade da pesquisa era detectar Ra^{224}, Ra^{228} e Th^{228}. Assumiu-se que o tório não era absorvido pelas plantas, mas o tório produzido dentro das plantas não é eliminado. Apoiado nessas premissas se obteve a medida do Th^{228} através do equilíbrio construído com o Ra^{224}. O tório pode ser considerado como a soma de duas partes, sendo uma delas dependente do decaimento do Ra^{228}.

Foram considerados também, por espectroscopia gama, uma pequena amostra de solo lixiviado. A areia grossa e a fina da parte superior do solo de 20 estações mostraram que a atividade específica dessa porção é o dobro da atividade do lodo e da argila.

As análises químicas revelaram que havia elevada concentração de P_2O_5 no solo de 20 estações, em que 12 dessas medidas coincidiam com o máximo de radioatividade de raízes e lâminas de grama. O exame das amostras de solo indicou uma pobreza do solo e alta concentração de Fe. Assim eles concluíram que as atividades das raízes e gramas variam em geral com a atividade do solo.

Figura 64 - Concentrações de Ra 224 no solo e amostras de gramas extraídas no Morro do Ferro.



O eixo y: Concentração em pCi/g; eixo x: distribuição das estações. Notório a concordância entre as concentrações do Ra 224 em todas as amostras em relação a estação (ROSER; CULLEN; HEINBERG, 1965).

Os níveis de absorção de radioatividade do grama tipo 1 em relação ao de grama tipo 2 é maior. A explicação provisória dada por Roser seria de que a profundidade das raízes de grama tipo 2 eram mais profundas, assim seguiriam concentrações das camadas mais baixas. Os estudos não foram conclusivos, de modo, que o avanço das outras investigações conduzidas pelas instituições parceiras deveria ajudar na compreensão dos resultados obtidos. “Estas observações só podem ser qualitativas para o presente. O estudo de correlação múltipla foi

programado e os resultados deste estudo serão mais definitivos e frutíferos" (ROSER; CULLEN; HEINBERG, 1965).

Figura 65 - Computador Burroughs 205.

Primeiro computador da PUC-Rio (1960), utilizado em muitas pesquisas pelo grupo da física. Fonte: Núcleo de Memória da PUC- Rio.

5.5.1 As pesquisas rádio-ecológicas realizadas no Morro do Ferro

As pesquisas de cunho rádio-ecológico, como chamado por Roser, trouxeram novos desafios científicos à investigação de áreas radioativas, problemas de ordem metodológica e técnicas surgiram na investigação da correlação entre o solo e a grama, sempre causando algum tipo de prejuízo. O primeiro desses problemas foi encontrar resultados comparáveis com os de outros investigadores na literatura científica, visto que os cientistas da católica solucionaram utilizando um padrão diferente de Th^{232}.

O segundo problema estava relacionado ao primeiro. A falta de amostras de composição conhecida e com atividade suficientemente alta para verificação dos resultados da espectroscopia de gama. A solução foi superada com uso de amostras simuladas, obtidas a partir de uma sobreposição do padrão espectral.

Outro grande problema surgido foi o das análises completas de espectros gama. Só depois da realização das medidas das amostras pelo espectrômetro gama é que se percebeu que o computador era lento, não os permitiria seguir o programa original de avaliação. Assim, tentaram dividir os espectros em quatro seções para a obtenção dos espectros de Ra^{222}, Ra^{226}, Ra^{228} e K^{40}.

O problema mais sério e imprevisto foi o tempo necessário para a espectroscopia gama. O trabalho com pequenas amostras de raízes e grama os obrigaram a operar o espectrômetro ininterruptamente por mais de 3.000 horas. Assim obtiveram poucos resultados, mas o que conseguiram consideraram interessantes. Esse estudo encorajou Roser e seu grupo a expandir as investigações para outra área do Morro do Ferro, como veremos adiante.

Figura 66 - Cupinzeiro no Morro do Ferro.

Merril Eisenbud (esq) e Thomas L. Cullen (dir) examinando um cupinzeiro no Morro do Ferro (HOFSTADER, 1948).

Os últimos trabalhos de Roser no Morro do Ferro fizeram parte do desdobramento do Projeto Guarapari: o Projeto Radio-ecológico com os grupos de Eduardo Penna Franca (IBF-UB) e Merril Eisenbud (HASL-A.E.C e UNY), havia também uma intensa colaboração com o Museu Nacional que auxiliava na catalogação e caracterização do bioma da região. A partir de

análise radioquímicas em plantas foi descoberto que a espécie Miconia Theazans, da família das Melastomataceae, tinha propriedades de concentração de radioisótopos. Ao mesmo tempo, Robert Drew (UNY) continuava as suas pesquisas sobre as concentrações de torônio em buracos de roedores e cupinzeiros em estudos dosimétricos (Figura 66). (ROSER; CULLEN, 1966).

Depois de 10 anos de pesquisas em radioatividade ambiental naquela região, Roser havia acumulado conhecimento suficiente para levantar a hipótese de que o vasto depósito mineral do Morro do Ferro estava continuamente, há anos, sendo absorvido pelo ciclo das plantas e dos animais. Desse modo, a necessidade de se compreender o mecanismo de absorção e os fatores que melhoram ou inibem a captação de radioisótopos pela vegetação, lhe pareceu um campo promissor de investigação, compartilhado também por Cullen.

As novas investigações foram uma replicação das pesquisas anteriores, com ajustes técnicos e metodológicos. A diferença foi área abrangida dessa vez. O declive Sul do Morro do Ferro foi o escolhido, em razão de uma análise preliminar que mostrou uma larga variação na concentração de radionuclídeos e a possibilidade desiquilíbrio.

Duas áreas com níveis de radiação uniformes foram demarcadas para o estudo, seguindo algumas considerações: a)locais com radiação uniforme não eram indicativo de distribuição de radionuclídeos uniforme; b) radionuclídeos podiam não estar em equilíbrio, se apresentando na forma mais solúvel; c)raízes em florestas são mais superficiais, o que poderia prejudicar a captação dos radioisótopos; d) absorção pelas plantas de radionuclídeos pode ser diferente em estações chuvosas e secas; e) não havia abundância de espécies na região; f) inicialmente o estudo seria exploratório; g) verificar se o húmus existente na região facilitava a absorção de íons pelas plantas (ROSER; CULLEN, 1966).

Em virtude das considerações precedentes, um novo mapa radiométrico foi produzido, considerando duas áreas nomeadas de I e II, conforme mostram Roser e Cullen (1966). O nível de radiação médio da primeira área demarcada foi de 0,55 mR/h, cuja extensão é de 196 m^2. Nesse sítio foram coletadas 28 amostras. A identificação das espécies fora realizada por Margareth Emmerich.

Na segunda área de 124 m^2 os níveis médios medidos foram de 0,35 mR/h. nesse outro sítio foram coletadas 19 amostras de folhas e galhos. O método de preparação das amostras foi semelhante ao realizado na expedição de 1965.

Os resultados das análises radioquímicas e de espectroscopia gama e alfa, realizadas pelo IQ-PUC e IF-PUC, respectivamente, constataram que a concentração de radionuclídeos era extremamente alta comparada com as de solos normais. Os valores máximos encontrados

para a o Ra^{228} na primeira área foi de $453\,\frac{pCi}{kg}$ para o solo; na segunda área os valores máximos eram de $382\,\frac{pCi}{kg}$. Os valores para Ra^{224} e Ra^{226} encontrados eram equivalentes.

Os resultados das análises radioquímicas das plantas também foram bem elevados se comparado com valores normais. Por exemplo, para o Ra^{228} encontrou-se $10^4\ \frac{pCi}{kg}$. Segundo Roser e Cullen (1966) esses valores também foram reconhecidos por Penna Franca em suas investigações sobre a Melastomatáceas de que essas espécies tinham a propriedade de concentração de radionuclídeos[483]. Para efeito de comparação coletou-se uma amostra de mesma família no próprio Campus da PUC-RJ. As análises indicaram valores de $780\ \frac{pCi}{kg}$. As pesquisas revelaram também, por meio das análises radioquímicas, que as trocas de íons seriam favorecidas pelo húmus.

Roser chama atenção para a necessidade da compreensão do processo de captação de radionuclídeos. Mas pondera: No estudo ambiental não se tem liberdade para selecionar e controlar as variáveis. (ROSER; CULLEN, 1966, p. 13)

O primeiro passo para a compreensão radio-ecológica do morro pelos cientistas da Católica, em área com cerca de 10 000 m^2, cujo níveis de radiação chegavam a 1.5 mR/h, foi um estudo das qualidades do solo e a quantidade de radioisótopos absorvidos pela flora local. Os solos foram examinados pelo ponto de vista agronômico, em que se verificou níveis baixos em nutrientes. No caso das gramas, análise se prestava na compreensão de coleta de material radioativo em seu ciclo de vida. O segundo passo foi uma tentativa de observar as características que aumentam ou inibem a absorção de radioisótopos pelo solo.

Em região mineralizada, demarcaram-se 41 pontos de observação. Amostras de solos e gramas foram coletadas com três profundidades diferentes. Espécies de Andropong Tener e Trachypongo Canescens (lâminas e raízes) foram selecionadas revelando uma correlação entre as atividades do solo e da grama.

[483] Não tivemos acesso a esse trabalho.

5.6 OUTRAS LOCALIDADES DE ZONAS RADIOATIVAS BRASILEIRAS

5.5.1 Extensão do trabalho de campo em regiões monazíticas

A expedição estimulada pelo Projeto Guarapari percorreu cerca de 6000 km numa viagem de Jeep partindo do Norte do Estado do Rio de Janeiro até o Sul do Estado da Bahia, passando pelo Espírito Santo, onde foram visitadas 33 localidades. A proposta para essas medidas seguia dois objetivos: a primeira encontrar populações que vivessem em regiões com níveis da radiação quatro a cinco vezes os valores normais e procurar povoados que pudessem servir como grupo de controle (Figura 67).

A viagem não compreendeu apenas cidades litorâneas, o grupo também fez levantamentos em cidades do interior capixaba, como Cariacica que está cercada de rios que trazem radioatividade das montanhas. Nessa região não foram encontrados níveis de radiação consideráveis. O grupo constatou que havia ocorrência depósitos de areias monazíticas nessas regiões, contudo somente ocasionalmente foram encontrados níveis elevados em setores urbanos. Os valores médios de radiação gama nas localidades visitadas estavam na ordem de dezenas de microroetgens por hora. A seguir apresentamos as localidades de maior destaque nessa expedição do Projeto Guarapari (ROSER; CULLEN, 1962).

Uma vila situada a poucos quilômetros de Guarapari, Meaipe, foi fundada por uma companhia de extração de monazita. Possuía cerca de 300 habitantes em 1960, em que boa parte desses eram antigos trabalhadores da empresa. Quase toda a areia da praia havia sido retirada pela empresa, assim pouca radiação foi detectada. Mas embaixo das casas e nas ruas ainda havia muita concentração de material radioativo. O levantamento radiométrico mediu níveis de 1 mR/h. Mediram também doses recebidas pela população. Vale destacar que apenas três medidas foram realizadas, duas delas foram os próprios membros da equipe. Enquanto faziam os levantamentos radiométricos, eles utilizavam os cintos com os pacotes de filmes de cristais. A terceira medida veio de um voluntário local. O valor médio registrado foi de 0,25 mR/h.

Cumuruxatiba é um pequeno povoado no Litoral Sul do Estado da Bahia, com presença de monazitas. Naquele período, a areia estava sendo mineirada. Nos locais habitados pouca concentração radioativa foi apreciada. Realizaram cerca de 70 medidas na cidade encontrando valores da ordem de 53 μR/h. Nas praias os valores chegaram a 575 μR/h. Também foram usados os filmes de cristais em 6 voluntários, um deles devido a superexposição de uma determinada localidade as medidas foram descartadas. Das cinco restantes, quatro tinham o

valor médio em torno de 200 μR/h, No entanto, uma das medidas chegou a 3000 μR/h, por morar em uma região de hot spot[484].

Para efetuar medidas de controle nos levantamentos do projeto, Anchieta, uma cidade pesqueira de condições sociais, econômicas e naturais semelhantes à cidade de Guarapari. As medidas de radiação gama encontrados estavam em torno de 13,5 μR/h.

484 Ponto de elevados níveis de radioatividade.

Figura 67 - Rota do trabalho de campo realizado por Roser e Cullen em 1960.

O mapeamento se inicia no Estado do Rio de Janeiro e termina ao Sul do Estado da Bahia, passando por todo o Espírito Santo e sudeste de Minas Gerais. Este mapa é parte do Relatório de 1962. As cidades examinadas estão destacadas na figura, mas infelizmente a resolução da imagem não nos permite ver com clareza os nomes (ROSER; CULLEN, 1962).

Figura 68 - Operando equipamentos no Campus Gávea.

Prof. Karl Juergesen (esq) e outros técnicos operando equipamentos no Campus Gávea, em 1960. Fonte: NMPUC.

5.5.2 Trabalho de campo estendido em zonas vulcânicas intrusivas

A região de Poços de Caldas é vulcânica intrusiva contendo diversos minerais, como terras raras e minerais radioativos. O Morro do Ferro é um local de intensa radioatividade, mas não o único. Assim, a expedição conduzida por Roser abrangeu outras localidades daquela região, onde procederam com levantamentos radiométricos. A cidade principal tinha um turismo estimulado pelos "benefícios" da radioatividade. Contudo, os níveis de radiação encontrados no centro da cidade eram baixo, cerca de 20 μR/h. Por outro lado, experimentos com filtros de ar mostraram que a contaminação por radônio e torônio eram altas. Em Taquari, região similar à região do Morro do Ferro, a radioatividade chegava 200 μR/h, valores parecidos ao encontrados em Araxá e Tapira. Já em Onça, onde as rochas gnaisses são cortadas por diques de minério. A média de radiação nessa região chega a 2,5 R/h.

Uma vila pertencente ao Estado de São Paulo, mas que fica próxima a região de Poços de Calda, conhecida como Cascata, situada num sítio urinífero, também foi examinada por

Roser. Essa cidade registrava níveis de 82 μR/h. Filtros de ar mostraram que a concentração de radônio era de 1,4 x 10 $^{-16}$ Ci/cc e torônio de 3 x 10^{-17} Ci/ cc, mostrando que a concentração do primeiro gás eras seis vezes mais elevada que o normal, segundo Roser uma contaminação que chamava atenção (ROSER; CULLEN, 1962, p. 61).

5.6 MEDIDAS DA ELETRICIDADE ATMOSFÉRICA PARA O ANO GEOFÍSICO

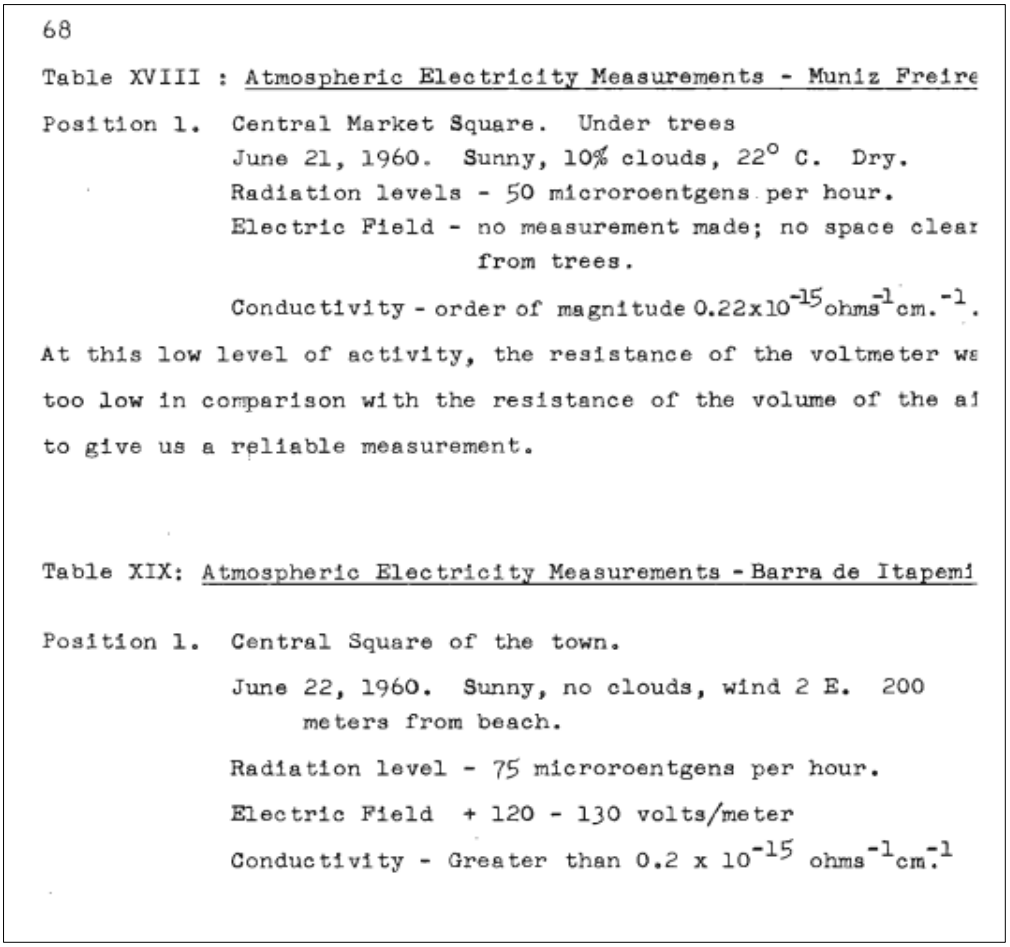
O Projeto Guarapari não só teve a finalidade de levantamentos radiométricos ou estudos dos efeitos de radiação de baixas doses. Padre Roser também aproveitou para realizar pesquisas sobre a eletricidade atmosférica, que eram as contribuições de seu instituto as bolsas recebidas pela UNESCO e US Wheather Bureau para o Ano Geofísico. Essas pesquisas contaram com a colaboração de professor Karl H. Juergesen[485], da Technische Hochschule de Stuttgart, que estava passando um período como professor visitante na PUC (Figura 68). (PUC-RIO, 1958) (PUC-RIO, 1961). Por consequência da expedição alguns lugares foram escolhidos para essas medidas, como Guarapari, Muniz Freire, Barra de Itapemirim e Morro do Ferro.

Regiões com alta radiação natural possuem elevado índice de ionização atmosférica, sendo locais excelentes para se investigar os efeitos da propriedade elétrica do ar. Assim, realizaram medidas do gradiente do potencial elétrico e da resistividade atmosférica. Os equipamentos usados: dois voltímetros eletrostáticos com 300 Volts de escala, fabricado pela Berger Co.; um medidor de elevadas resistências, da ordem de 10^{14} Ω, para medição da condutividade elétrica no ar; para as medidas de campo elétrico, uma antena e uma fonte de polônio foram usadas.

Os níveis medidos em Guarapari foram de 120 V/m e 1,5 x10^{-15} 1/Ω. cm, respectivamente para o campo elétrico e condutividade elétrica. Como exemplo, no Morro do Ferro cujos índices de radiação chegam a 3 mR/h a condutividade chegou a 5x10^{-15} 1/Ω.cm. Para melhor caracterizar as medidas obtidas nos lugares, também eram anotadas as condições climáticas do dia conforme podemos ver nas informações dadas para as medidas em Muniz Freire e Barra de Itapemirim (Figura 69) (CULLEN; ROSER, 1962).

[485] Dados biográficos não encontrados.

Figura 69 - Parâmetros de estudos da eletricidade atmosférica.



68

Table XVIII : Atmospheric Electricity Measurements - Muniz Freire

Position 1. Central Market Square. Under trees
June 21, 1960. Sunny, 10% clouds, 22° C. Dry.
Radiation levels - 50 microroentgens per hour.
Electric Field - no measurement made; no space clear from trees.
Conductivity - order of magnitude 0.22×10^{-15} ohms^{-1}cm.$^{-1}$.

At this low level of activity, the resistance of the voltmeter wa too low in comparison with the resistance of the volume of the ai to give us a reliable measurement.

Table XIX: Atmospheric Electricity Measurements - Barra de Itapemi

Position 1. Central Square of the town.
June 22, 1960. Sunny, no clouds, wind 2 E. 200 meters from beach.
Radiation level - 75 microroentgens per hour.
Electric Field + 120 - 130 volts/meter
Conductivity - Greater than 0.2×10^{-15} ohms^{-1}cm.$^{-1}$

Exemplo dos parâmetros anotados para os estudos da eletricidade atmosférica: data, condições climáticas, níveis de radioatividade medidos, campo elétrico e condutividade elétrica.
Fonte: Roser e Cullen, 1962.

5.7 EQUIPE, COLABORADORES E PARCEIROS

Dedicamos a última seção deste capítulo para a rede de colaboração científica de Roser ao longo das investigações de contaminação ambiental realizadas no Brasil, após seu regresso ao Brasil. Essas atividades foram importantes para o estabelecimento do Instituto de Física, visto que através das interlocuções com os órgãos governamentais nacionais e internacionais e instituições científicas, principalmente brasileiras e americanas, pode-se desenvolver pesquisas científicas no Campus Gávea. A partir dessas parecerias, uma rede de colaboração se formou, possibilitando o intercâmbio cultural da ciência e, assim, nos anos seguintes, o fortalecimento do próprio instituto dentro do cenário científico brasileiro.

O instituto científico fundado e dirigido por Roser na PUC nasceu com a finalidade de um centro de excelência, não só na pesquisa científica como também na formação de recursos humanos para o ensino. Para tanto, sabia que tinha de ser capaz de atrair para sua pequena

instituição, pessoas com espírito e engajamento científico que servissem de exemplo para as novas gerações que ali estavam buscando a própria formação. Para Roser uma boa formação valia mais que equipamentos. Sabia que para se diferenciar como instituição científica, toda a estrutura administrativa-pedagógica teria que obedecer a outra lógica diferente das vigentes à época nas instituições de ensino superior. Padre Cullen resume bem o tipo de instituição idealizada por Padre Roser:

> O Instituto deveria combinar harmonicamente ensino e pesquisa. Os estudantes, desde os primeiros anos, deveriam estar conscientes e familiarizados com a pesquisa; ouviriam professores-pesquisadores e com eles manteriam estreito contato; mesmo antes de atingirem a graduação deveriam ser empregados como aprendizes de laboratório. Os métodos de ensino adaptar-se-iam flexivelmente aos diplomados dos colégios, mas o resultado final deveria ser um grau de excelência aceito internacionalmente (CULLEN, 1967).

Nesta seção, abordaremos principalmente os participantes das pesquisas científicas em radiação ambiental na PUC, interna e externamente. Apresentaremos as formas de colaboração praticadas e também a origem de alguns recursos. Desse modo, Roser foi desenvolvendo seu instituto e mostrando para sua equipe como deveriam conduzir seus interesses no cenário da ciência brasileira que ali se apresentava.

O Projeto Guarapari não foi o início das pesquisas de radioatividade natural para Roser e para os outros colaboradores. Podemos dizer que foi fruto sim das primeiras expedições ao Morro do Ferro e à Guarapari (1956-1958) estimuladas pelo comitê científico da ONU, como discutido ao longo da tese.

Apesar das pesquisas em radioatividade do solo terem iniciado em 1956, foi somente em 1959, com o Projeto Guarapari que as pesquisas ganharam força. No primeiro estágio do programa, quatro instituições científicas participavam. Além do IF-PUC sob a liderança de Roser, havia as participações do Instituto de Biofísica, sob a chefia de Chagas Filho, o Departamento de Biologia da USP, sob a representação de Crodowaldo Pavan, que também era delegado da UNSCEAR e a participação do Instituto de Genética da Universidade de Curitiba, através do Dr. Newton Freire Maia.

O Laboratório de Radioatividade, em funcionamento desde o início do retorno de Roser dos EUA, abrigava as pesquisas sobre a contaminação ambiental por radioatividade. A equipe era pequena, além de Roser havia o Pe. Cullen, da Fordham Univesrsity, que anualmente vinha para o Brasil na condição de pesquisador visitante. Dois assistentes os auxiliavam na parte técnica.

Por cerca de dois anos, Roser e Cullen percorreram a região das monazitas e das rochas vulcânicas intrusivas procurando por níveis anormais de radioatividade natural coma finalidade de mapeá-las. Esses levantamentos serviriam de base para os seus colaboradores do IBF-UB procederem suas futuras investigações nos campos biológicos. Sobre isso, Penna-Franca escreveu no prefácio da sua tese sobre trabalhos que desenvolvera por conta do Projeto Guarapari:

> O extraordinário trabalho pioneiro de Roser, Cullen e colaboradores da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, que procederam ao levantamento radiométrico de extensas áreas do Brasil e à seleção de sítios e populações mais favoráveis à investigação biológica, abriram perspectivas para estudos radio-ecológico e radio-epidemiológicos a serem conduzidos nestas regiões (PENNA-FRANCA, 1968, p. 5).

Em 1962-63, o projeto ganha fôlego com a entrada do Dr. Merril Eisenbud, da Universidade da Nova York. Sua presença não traz somente recursos da A.E.C ao programa, atraindo também outras parcerias e apoio as expedições, mas também dá novos contornos as pesquisas, indicando novos horizontes investigativos nas regiões de elevada radioatividade. Para Eduardo Penna-Franca (1968, p.5), antes de Merril Eisenbud, aos estudos faltavam condições materiais e psicológicas para nos lançar num programa de pesquisa de envergadura, como exigia a exploração de algumas possibilidades científicas dessas regiões.

Padre Roser conheceu Eisenbud nas reuniões da UNSCEAR desde 1956. Na época, Eisenbud estava a serviço do HASL-A.E.C e colaborou muito com as pesquisas de fallout realizadas no Brasil, fornecendo os equipamentos e treinamentos necessários para as pesquisas. A relação de amizade entre ele e Roser, começou de forma inusitada, conforme ele mesmo nos conta:

> Um dia, em 1956, Roser me contou sobre o trabalho deles e manifestei interesse em ter algumas amostras de rochas, areias e plantas radioativas para estudo em laboratório. Vários meses depois, recebi um telefonema do inspetor do aeroporto que havia encontrado uma bagagem radioativa que pertencia a um padre que disse que me conhecia. Isso foi durante a Guerra Fria, quando o governo dos EUA estava tão nervoso com o contrabando de bombas atômicas no país que todos os portos estavam equipados com detectores de radiação sensíveis e os porões de navios, aeronaves e bagagens de passageiros eram monitorados. As medições estavam sendo feitas secretamente para não alarmar o público; a única vantagem do programa foi que o inspetor da alfândega encontrou muitos relógios de pulso com mostradores radioativos luminosos que, de outra forma, teriam sido contrabandeados para o país. Eu ainda estava com o A.E.C quando recebi a ligação e imediatamente deduzi que o padre era Roser, o que acabou sendo o caso. Ele veio ao meu escritório na manhã seguinte com uma incrível coleção de material (EISENBUD, 1990, p. 154).

A relação de amizade entre eles perduraria até a morte de Roser, mas os laços com os cientistas brasileiros ficaram por muitos anos. Cullen e Penna Franca mantiveram suas instituições em contínua colaboração com Eisenbud e seu grupo de pesquisadores. Das muitas vezes que ele esteve no Brasil, veio como consultor ou professor visitante na PUC. Suas viagens eram custeadas pela Pan American Health Organization[486].

As primeiras pesquisas do Programa Guarapari contaram com apoio do CNPq e da CNEN. Carlos Chagas Filho, como liderança do projeto, conseguiu junto a comissão nuclear brasileira cerca de Cr$ 600 000,00 para pagamentos de compromissos firmados pelo programa. No mesmo pedido, Chagas também havia solicitado auxílio de Cr$ 400 000,00 para custeio de uma reunião da OMS sobre os efeitos radiação que foi negada pelo conselho deliberativo da CNEN. Não sabemos se a reunião chegou a ser realizada em outra ocasião.

Um apoio importante foi a das companhias de prospecção mineral LASA[487] e PROSPEC[488], que cederam mapas que foram usados tanto para a localização quanto marcação das regiões estudas.

Nem todo o trabalho de Roser foi no campo, algumas medidas e análises dos dados do campo foram apurados na própria PUC. As investigações de radônio a partir da respiração contaram com a colaboração da professora Suzana de Souza Barros[489]. Já as medidas de eletricidade atmosférica contaram com a participação do professor visitante K. H. Juergesen da Technische Hochschule de Stuttgart, que passou um período de 1959-1963) colaborando na PUC na instalação de laboratórios de física do estado sólido, e organizando o curso de física junto ao Pe. Cullen e o prof. Pierre Lucie (PUC-RIO, 1960).

Até 1963, as incursões às regiões de elevada radioatividade no Brasil não geraram grandes resultados de pesquisa, apesar dos valorosos levantamentos radiométricos e das incipientes pesquisas dosimétricas, cuja finalidade foi selecionar sítios e populações favoráveis a investigação biológica, posto que os recursos eram poucos para o tipo de pesquisa que se pretendia fazer e lhes faltava alguém especialista que orientasse a pesquisa e oferecesse treinamento para as investigações. O que só vai acontecer após a entrada de Merril Eisenbud no programa, em que se definiu um perfil rádio-ecológico e epidemiológico às pesquisas amealhando os campos da física, química e biologia.

---

[486] É uma organização internacional especializada em saúde. Criada em 1902, é a mais antiga agência internacional de saúde do mundo. Dedicada a melhorar as condições de saúde dos países das Américas,

[487] Levantamentos Aerocintilométrico S/A

[488] Levantamentos, Prospecção e Aerofotogrametria S/A

[489] (1929-2011) Professor do IF-UFRJ desde 1976. Na época a professora pertencia ao corpo docente da PUC.

Figura 70 - Reunião de trabalho no IF-PUC.

Da esquerda para a direita. O técnico Oswaldo A. Lima, Karl H. Juergesen, Pe. Inácio Cantarell, Pe. F. X. Roser, Pe. T. L. Cullen, A.C Olinto e E. Sano.
Fonte: Nucleo de Memória da PUC-Rio.

Assim, o projeto se concentrou nos esforços de três instituições: IF-PUC, com apoio do IQ do Pe. L. Heinberger, S.J., IBF-UB, sob a liderança de Penna Franca, da UNY sob a liderança de Eisenbud. Esse grupo passa a contar com auxílio de pesquisadores do Museu Nacional em relação a fauna e flora das regiões investigadas, Margareth Emmerich e J. Becker.

O grupo de cientistas da U. Católica passou metade desse tempo (1963-1964) desenvolvendo técnicas e metodologias para obter melhores resultados possíveis com os novos equipamentos do laboratório de física dos sólidos (Figura 70). Estes comporiam também parte dos instrumentos dos trabalhos de campo do projeto. Na mesma época, a equipe de Roser dobrou e passou também a contar com a equipe do IQ nas análises radioquímicas.

Desse grupo de cientistas, destacamos a presença do biólogo, especializado em ciências ambientais, Robert T. Drew (1936-2015) pesquisador e aluno de doutorado da UNY, e de Günter Kegel, de volta ao Brasil, após o término de seu doutorado no MIT, para assumir a direção do Laboratório de Física Nuclear (PUC-RIO, 1963).

Kegel trouxe mais sofisticação as rotinas de pesquisa do grupo da católica. Suas análises refinadas dos dados obtidos permitiram o grupo a obter resultados mais apurados sobre os níveis de radioatividade medidos no campo. Podemos observar diferenças notórias do tratamento dos dados no segundo relatório de 1964, sobre Guarapari e Morro do Ferro em relação ao primeiro,

assim como a preocupação em desvelar aspectos técnicos dos equipamentos e metodologias. No relatório de 1962 o enfoque estava mais direcionado a produzir um bom levantamento dos níveis radiométricos das regiões sem produzir análises. Já nos últimos relatórios, havia uma preocupação em produzir algum tipo de juízo sobre os dados levantados com a utilização de novos equipamentos e métodos de espectroscopia gama, recém adquirido pela PUC.

A equipe contava também com técnico de eletrônica César H. Lopes que passou a assistir ao grupo de cientistas com montagens e consertos de equipamentos[490]. Na parte mais dedicada à pesquisa, a recém-formada em física Izar A. V. Goldstein se tornou assistente direta de Kegel, ficando incumbida de realizar tarefas de rotina como gerar gráficos, tabelas etc. Chegou a participar de uma das expedições ao Morro do Ferro.

Izar Valetim nos conta o tipo de trabalho que realizava com Kegel, em que praticamente auxiliava na construção dos gráficos das medidas obtidas pelas técnicas espectroscópicas:

> E eu ficava, na verdade, sabe o que eu fazia lá no início, eles tinham lá um climatizador de 512, 1556K, depois [analisador] 512 canais era para medir as amostras radioativas. Não era como com plotter, porque não tinha plotter, então, durante muito tempo era, como acabei de falar, 10 semiLog, enquanto a gente ficava fazendo conta no lápis fininho e fazendo o gráfico, cada coisa, cada medida do Gunter, lá ia eu fazer um plot, ou o gráfico. Eu trabalhei muito tempo com ele sendo o plotter. E era a parte de radioatividade natural. Eles iam... uma vez nós fizemos uma viagem para Poços de Caldas.... É, fui a essa só. Poços de Caldas tinha um lugar que se chamava Morro do Ferro, onde ele ia pegar amostras[491].

Naquele momento, havia um intenso intercâmbio com as instituições cientificas americanas. Quando o HASL-A.E.C não enviava pesquisadores para dar cursos no Brasil, ele recebia enviados da PUC ou do IBF para treinamento (PUC-RIO, 1963) (PENNA-FRANCA, 1968).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) apoiava com o financiamento das passagens para os professores visitantes ou para os enviados para treinamento, a partir de seu escritório regional para as Américas, a Pan American Health Organization (PAHO), em Washington DC.

O Papel da CNEN era providenciar transporte e acomodações para os pesquisadores. Segundo Izar, o pessoal das expedições era bem amparado na realização dos trabalhos, e por

---

[490] Lopes, César Henrique. "*César Henrique Lopes depoimento"* [27 de setembro. 2021]. Entrevistadores: A.A.P. Videira e M.P.C. Martinho. Entrevista concedida ao Projeto de tese sobre Padre Roser por M. Martinho, realizada por telefone (modo conferência).

[491] Valetim, Izar. "*Izar Valentim depoimento"* [novembro de 2017]. Entrevistadores: A.A.P. Videira e Bruno Nobre. Entrevista realizada na residência da entrevistada.

Poços de Caldas ser uma cidade turística, eles acabavam se destacando por conta dos trajes que usavam nas expedições:

> Eram da comissão de energia nuclear. A gente foi com carro particular, não é? E chegava lá, para sair do hotel e ir para o Morro do Ferro, a gente passava o dia inteiro no Morro do Ferro, em hotel de luxo em Poços de Caldas. Todas aquelas pessoas de São Paulo, [inaudível 00:38:01] e a gente chegava de chapéu de palha lá, tentando [inaudível 00:38:04] ninguém entendia nada. E a gente usava os carros da comissão de energia nuclear[492].

O amparo do CNPq estava no pagamento de bolsas de pesquisa. O bolsista por vezes precisava se desdobrar em múltiplas tarefas. A própria Izar recebia proventos dessa natureza pelo trabalho que efetuava duplamente no IF de Roser, e no IQ do Pe. Heinberguer.

> E eu ajudei nas divisões das verbas lá, [...]. quando comecei a pós-graduação, eles falaram – eu já era funcionária, não é? Eles [Roser e Heinberguer] acharam... Me dividiram, entendeu? Me colocaram com uma bolsa do CNPQ, aí, como se fosse meio período e o outro período, continuava, mas, enfim, o meu salário diminuiu pela metade. E a gente não retrucava nada, porque não fazia a menor diferença para ele, depois fez, não é? Porque eu fiquei muito doente, aí, quando eu me afastei, a bolsa foi embora[493].

O projeto interinstitucional era acompanhado pelo Departamento de Produção Mineral de Minas Gerais, na figura do Engenheiro de Minas Resk Fraya, cidadão ilustre de Poços de Calda, descobridor de vários minerais. Ele demonstrava interesse nos estudos conduzidos por Roser e seu grupo. Por ser conhecedor da região orientava as equipes, dando-lhes informações sobre o Morro do Ferro e adjacências. O departamento também cedia amostras radioativas de tório para calibração dos equipamentos nas pesquisas para o grupo de cientistas da PUC.

A partir dos trabalhos preliminares realizados até 1964, novas questões surgiram propondo novas investigações. Desse modo, novas técnicas e metodologias precisavam ser aplicadas. Para responder à questão sobre o mecanismo de absorção de radionuclídeos pelas plantas através do solo seria necessário coletar amostras de solo e vegetação. Dois parceiros foram imprescindíveis nessa empreitada. Primeiro, o Ministério da Agricultura, por meio do Departamento de Pedologia e Fertilidade do Solo, proporcionou aos cientistas treinamento nos métodos de análise e manuseio do solo. O segundo, O Museu Nacional, na figura da Botânica

[492] Idem a nota 491

[493] Idem a nota 491

Margareth Emmerich[494] e do entomólogo J. Becker, que colaborou no reconhecimento e na catalogação das espécies.

A última pesquisa realizada por Roser, o contador de corpo inteiro, que foi batizado de "copo de açúcar" foi possível pelo fornecimento de 10 toneladas de açúcar cedidas pelo Instituto Nacional do Álcool para a pesquisa também da Companhia Siderúrgica Nacional pelo provimento do aço para confecção da estrutura.

[494] (1933-2015) Botânica do Museu Nacional

6 UMA BREVE APRESENTAÇÃO DE PE. ROSER COMO DIRETOR DO IF-PUC (1960-67)

No horizonte de toda a pesquisa científica realizada por Padre Roser estava o centro de pesquisa da Pontifícia Universidade Católica: *Ad Minorem Dei Gloriam Inque Hominum Salutem*[495]. Os anos que passou nos EUA lhe serviram para alimentar as suas idealizações e inspirá-lo sobre como deveria ser esse local. De lá, importou novas ideias que se incorporariam à recém-criada PUC, que não queria repetir o modelo ultrapassado das universidades brasileira da primeira metade do Séc. XX. Assim, Roser passou seis longos anos nos Estados Unidos da América, local onde manteve contínuo intercambio científico. Ele também fez frequentes viagens à Europa com os mesmos propósitos de estabelecer relações científicas com diversos laboratórios, de onde importou novas ideias e novas estruturas de funcionamento para seu empreendimento, o Instituto de Física.

Em 1957, a ideia seminal do centro de pesquisa havia mudado e ampliado para um instituto de ciências (que abrigaria a física, a química e a matemática) combinando ensino e pesquisa de forma harmônica. Então, coube ao Padre Roser iniciá-lo com a instalação do Instituto de Física. Local onde as pesquisas em radioatividade natural e artificial tiveram abrigo e protagonismo, possibilitando sua estruturação a partir de recursos liberados pelo CNPq, CNEN também da AEC-USA. Nessa esteira veio o laboratório de dosimetria que fora planejado e conduzido por Bernhard Gross apoiado por Roser, por meio de recursos disponibilizados pela CNEN.

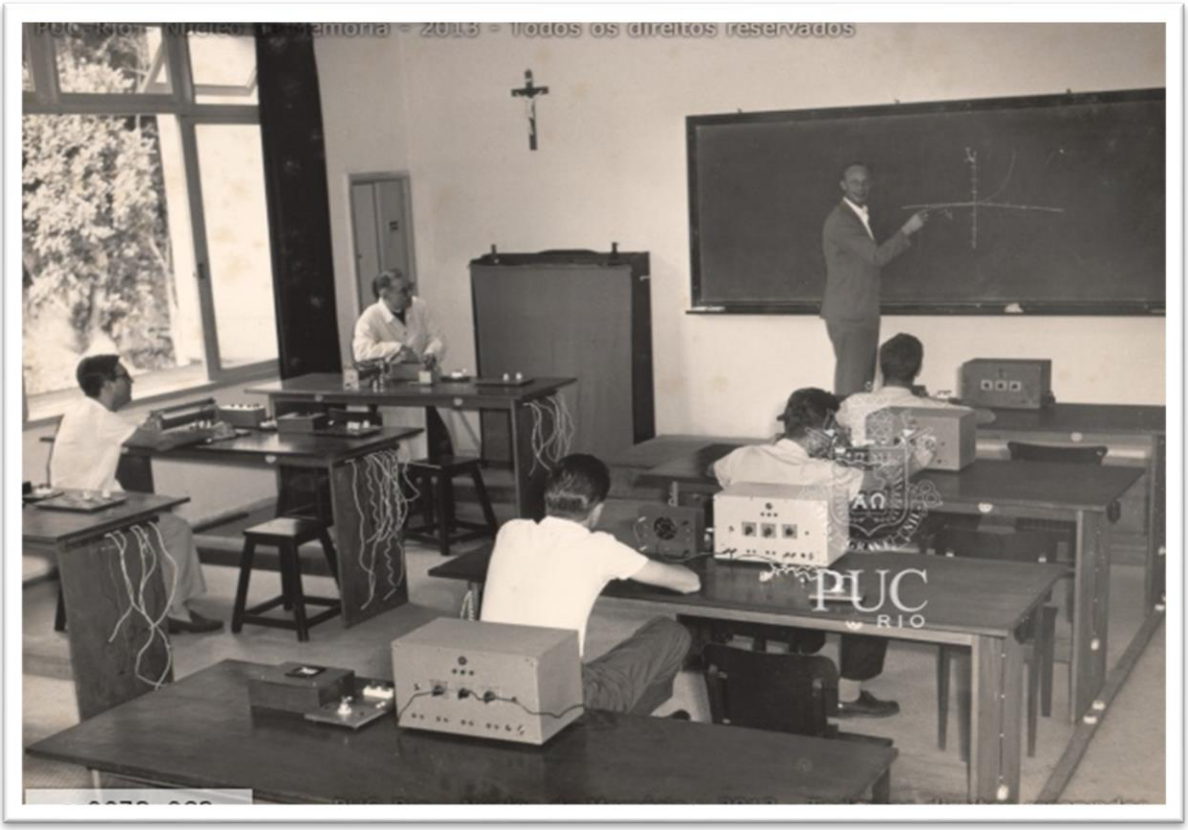
Nos anos de 1959-60, tem-se a criação dos cursos de bacharelado em física cuja finalidade colocar os estudantes desde os primeiros anos conscientes e familiarizados com a pesquisa científica (Figura 71). A orientação era de que professores e alunos mantivessem relações próximas. Trabalhava-se para que a formação ali concedida tivesse grau de excelência internacional. Nessa época, o instituto passa a ser chamado de Instituto “Costa Ribeiro” de Física e Matemática, uma homenagem a um importante nome da ciência de seu tempo, que faleceu em 1960. Costa Ribeiro foi um colaborador e interlocutor muito importante dos projetos científicos iniciados por Roser, além de ser declaradamente católico.

Os professores do instituto trabalhavam no regime de dedicação exclusiva e tempo parcial para reger cadeiras determinadas. Os cursos serviam a toda a universidade. Três anos

[495] A frase é atribuída a Santo Inácio e significa "para a maior glória de Deus e a salvação da humanidade"

após a sua criação, o instituto contava com seis professores, 2 instrutores e 7 técnicos de laboratório.

Figura 71 - Sala de aulas práticas.



Padre Roser sentado na mesa do professor assiste aula de K. Juergesen com alunos em sala de aulas práticas. Fonte: NMPUC.

Os espaços científicos dispunham de três laboratórios, física moderna, radioatividade, física nuclear e uma oficina mecânica. Roser batalhou muito pela construção do Van der Graff. No início dos anos 1960, ele designou Gunter Kegel para a direção do laboratório que abrigaria o equipamento. Cinco anos depois, Alceu Pinho, com a saída de Kegel para os EUA, passou a ser o diretor do laboratório. Roser acompanhou o início da construção das instalações, mas não a sua conclusão e funcionamento, que só ocorreu em 1973.

O intercâmbio internacional entre pesquisadores aumentou, que contribuiu para o estabelecimento de uma atmosfera científica que dinamizava e disseminava uma cultura científica efervescente. Além do Padre Cullen que se manteve presente todos os anos em colaboração com Roser, no início por períodos curtos de trabalho, havia também o Karl Juergesen da Escola Politécnica de Stuttgart, o Padre Inácio Cantarell S.J., físico nuclear do Centro Atômico de Porto Rico, Dr. Merril Eisenbud da Universidade de Nova York, entre outros.

Figura 72 - Exemplo de financiamento privado.

Representantes da empresa Gillete entregando ao Reitor Pae. Laércio Moura S.J. uma doação em cheque para a construção de laboratórios na física. Pe. Roser observando a entrega. Fonte: NMPUC-RJ.

Com o passar dos anos, o instituto foi crescendo e se tornando cada vez mais qualificado no ramo da física. Novos laboratórios, programas de pesquisas e uma biblioteca especializada em física e matemática foram criados, aumento do corpo docente, crescimento do intercâmbio internacional de cientistas, aumento de recursos vindo da iniciativa privada (ex. Gillete) (Figura 72) e de órgãos governamentais (ex. CNEN e CNPq) para compra de equipamentos.

Importante destacar que a parte pedagógica no instituto fora auxiliada desde o princípio pelo professor Pierre Henri Lucie[496], ocupou o cargo de vice-diretor pedagógico, que por intermédio de Roser, fez especialização na área de física nuclear em Oak Ridge e também participou dos cursos de formação do PSSC[497], criado pelo MIT, para aplicações no Brasil (1964). Oferecia-se anualmente no instituto cursos de extensão aos professores secundários. O

[496] Nasceu na França (1917), naturalizado brasileiro, professor culto com muitas excelências acadêmicas. Roser o convidou para assumir a direção de ensino do IF-PUC. Morreu no Rio de Janeiro (1985)

[497] Physical Science Study Comitte

colégio Universitário da PUC abrigava uma seção de física para a preparação dos alunos colegiais na pesquisa científica.

Figura 73 - Padre Roser cumprimentando um formando Rubem Gandelman da primeira turma do bacharelado em Física, em 1964. Professor Pierre Lucie ao fundo
Fonte: NMPUC.

Em 1964, aconteceu a primeira formatura do curso de bacharelado em física da PUC (Figura 73). No ano seguinte, abriu turma para a pós-graduação, aprovado pela CAPES, concedendo os títulos de mestre e doutor em física, esse curso era apoiado pelo CBPF[498]. Abre-se também a licenciatura em física em convênio com a faculdade de filosofia da PUC.

Com o crescimento da instituição a parte administrativa teve que ampliar e ficar mais especializada com novas estruturas organizacionais: Conselho Departamental dirigido pelo Padre Roser e composto por mais cinco membros; corpo executivo dirigido por Roser que era auxiliado por 9 membros e o corpo administrativo com mais 4 funcionários administrativos.

[498] As documentações analisadas não nos permitiram conhecer o tipo de apoio dado pelo CBPF.

Enfim, o maior legado de Roser, indubitavelmente, foi o Instituto de Física. Um empreendimento que, em 10 anos, teve enorme crescimento e foi decisivo para melhoria da área de física no Brasil (pesquisa e ensino), trazendo uma nova mentalidade científica, um ethos acadêmico, uma verdadeira obstinação por excelência (SEGENREICH, 2011), que se incorporou universidade adentro e se irradiou para além do Campus Gávea, visto que a PUC-RJ contribui muito para a reforma universitária de 1968.

Formou-se uma grande geração de físicos que contribuíram com o país enormemente nas décadas subsequentes. Essa tese não teve como foco o Instituto de Física pelas razões apresentadas na introdução, mas não ousaríamos a falar de Padre Roser e não apresentar minimamente sua maior obra. Há muito a se explorar nesse tópico de sua vida, deixamos aqui um fio para ser desenrolado em trabalhos futuros.

Todo o seu esforço e dedicação ao aprendizado científico o levou à maturidade profissional no ramo das ciências. Seu conhecimento sobre a área de radioatividade o tornou um grande especialista na área de física nuclear, na qual sua maior capacidade estava na técnica e experimentação, preparar equipamentos para realização de medidas, era o que ele fazia de melhor. Desde o seu período de formação na Áustria se dedicou praticamente à física experimental, mas soube organizar um instituto híbrido em teoria e prática. Por outro lado, toda experiência obtida nos modernos e importantes laboratórios americanos lhe fizeram compreender também seus funcionamentos, o capacitando para a gestão do IF-PUC.

Ao me "encontrar" com Roser através de suas centenas de cartas escritas aos diversos destinatários, pude caracterizá-lo como um homem obstinado e comprometido, que mesmo com os inúmeros problemas de saúde nunca deixou de se entregar as missões que lhe eram confiadas. Sua perspicácia para resolver os inúmeros problemas que apareceram ao longo de sua jornada nos EUA, me deu a dimensão de que se tratava de uma pessoa tenaz, resiliente e otimista. Viveu uma vida de entrega à Companhia de Jesus, conviveu com a saudade da família que ficou na Áustria, pois escolheu viver no Brasil e servir a Deus aqui. Nunca esmoreceu diante dos obstáculos que surgiram. Dessa forma, para colocar o Instituto de Física em funcionamento ele trabalhou incansavelmente para concretizá-lo, superou suas maiores fraquezas revelada por muitas vezes aos superiores, mas sempre se recompunha para melhor atender as demandas recebidas. Acompanhando sua saga pela realização do seu maior empreendimento científico, podemos contemplar o tamanho de sua fé para a fundação de um centro de pesquisa científica em uma universidade ainda pequena e com poucos recursos para formação de recursos humanos. Mesmo assim foi capaz de estabelecer um ethos que permaneceu mesmo após a sua morte e se irradiou por toda universidade e além do Campus Gávea, contribuindo para o

desenvolvimento científico brasileiro, já que o IF-PUC serviu como modelo para outros institutos a partir da reforma universitária de 1968, com a Lei Federal 5540. Ao escrever esta tese biográfica me alinho as palavras de seu amigo e colaborador:

> O melhor de sua inteligência e de seu coração, porém, estava reservado para o seu amado Instituto de Física. Ele via no Rio de Janeiro uma grande fonte de talento jovem, o qual, tendo uma chance de treinamento moderno, poderia contribuir enormemente para o desenvolvimento do Brasil (Padre Thomas Lynch Cullen, 1967).

Em resumo, levando em considerações os resultados apresentados nesta tese, destacamos: as origens de seu trabalho científico nos raios cósmicos no mesmo período em que o Brasil também adentrava no mesmo campo de investigação, o torna tão pioneiro quanto os considerados pioneiros pela historiografia; sua participação no Simpósio Internacional de Raios Cósmicos com apresentação de um trabalho original; A relação entre a missão que recebe dos superiores jesuítas para a fundação de um centro científico dentro da PUC com suas pesquisas nos laboratórios americanos; as pesquisas, propriamente ditas, sobre a indução nuclear e as promissoras pesquisas no campo da detecção de partícula por cintiladores; a abrangência das pesquisas em radioatividade natural que foram o principal programa de pesquisa nos primeiros anos de funcionamento do IF-PUC e que permitiram Roser ampliar consideravelmente as áreas de investigação do próprio instituto, conseguindo recursos para compra de equipamentos, formação de recursos humanos e estabelecimento de intercambio científico-acadêmico internacional, criando um fluxo de pesquisadores que foi muito profícuo para a criação da mentalidade científica da PUC.

Esse trabalho nos permitiu compreender sobre outra perspectiva o desenvolvimento do período conhecido na historiografia da física brasileira como o de profissionalização da física. A biografia de Roser nos faz ver outras facetas de importantes cientistas brasileiros em ação que ainda não tinham sido observadas, tais como a relação entre Roser e Lattes e a criação de seções de pesquisas no início do CBPF; ou mesmo a forma de concessão de bolsas feitas pelo CNPq nos anos iniciais de sua criação.; os bastidores da composição da delegação brasileira para a formação de um comitê internacional para investigação global de um problema científico; por meio da participação do comitê cientifico internacional conhecido pela acrônimo UNSCEAR.

Tudo que foi apresentado aqui é apenas um ponto de partida para outros estudos futuros, pois ainda há muitos documentos que essa tese não foi capaz de analisar, que abririam novas possibilidades de investigação, como, por exemplo, o próprio Instituto de Física, um

desdobramento natural desse estudo, ou mesmo as pesquisas em radioatividade natural no Brasil, pois mesmo com a morte de Roser a área prosseguiu com um programa científico bem estruturado e que se estendeu até o final dos anos 1970.

6.1 EPÍLOGO

Padre Roser, no verão de 1967, um dia antes de viajar para os EUA, local onde sua presença era frequente por conta da representação que fazia no comitê científico da UNSCEAR, aproveita o domingo de folga para se banhar nas praias do Recreio dos Bandeirantes com amigos da comunidade dos jesuítas. Na ocasião, eram dois sacerdotes e um irmão leigo, no dia 12/02/1967. Padre Roser dirigia-se para essa praia todas as manhãs de domingo. Naquela manhã o mar estava agitado e a ressaca castigava o litoral em grande extensão. Padre José Coelho Souza, nos conta que Roser ainda aconselhou os colegas para tomarem cuidado com o mar:

> Advertiu-os [os colegas] de que as ondas eram perigosas, por isso ficou-se deitado na areia a tomar banho de sol. Pelas 11 horas, avisado de que era tempo de voltar a cidade, entrou apenas na água para se molhar, dentro canal que liga a lagoa de Sepetiba ao oceano, não se apercebendo, devido sua miopia, de enorme vagalhão que se aproximava, e que, ao retirar-se, o arrastou de roldão mar a dentro. Começou a agitar os braços pedindo socorro, já que mal sabia nadar. O irmão que o acompanhava, viu-se impossibilitado de lhe prestar ajuda, pois as vagas eram violentas; e saiu a procurar outras pessoas que lhe valessem naqueles apuros, visto os outros dois padres se acharem mais afastados. Inúteis foram todos os esforços tentados para acudir ao bom padre. Somente 40 minutos mais tarde Um Pescador japonês pôde localizar o cadáver já próximo da praia, além do canal. Com esforços e habilidade conseguiu trazê-lo a uma pequena enseada, e o depositou sobre a areia, cobrindo o com os jornais. Notavam-se várias lesões na face e no corpo, causadas pelo impacto das ondas revoltas contra os Rochedo os ali existentes (SOUZA, 1967).

Ao longo dos seus 62 anos, Roser tinha uma alma jovial e alegre, cheio de bom humor e muito otimista. Ele sabia conjugar suas obrigações científicas com as sacerdotais. Havia quatro anos que se tornara "Cidadão Carioca Honorário" em razão de seus méritos o título lhe foi concedido. Roser em sua vida cativou muitos amigos. Seu funeral realizado no Auditório da PUC estava repleto de professores, amigos e pessoas queridas, apesar do período de férias, também cheio de alunos. A missa de corpo presente foi celebrada por seis sacerdotes, dentre eles o Pe. Provincial e o Magnífico Reitor que proferira o elogio fúnebre do desparecimento. Terminamos com sua visão sobre o papel da ciência dentro da sociedade:

> Quando interpretada corretamente, a ciência moderna, mais do que qualquer outra coisa, leva de volta a Deus, a fonte original de todas as maravilhas do Universo, a tecnologia moderna, quando usada para fins pacíficos, coloca as inexauríveis fontes

> do poder atômico à disposição de muitas nações, grandes embora subdesenvolvidas, como o Brasil." (ROSER *apud* CULLEN, 1967)

7. CONCLUSÃO:

O objetivo principal desta tese foi dar a conhecer a trajetória científica do Pe. Roser, a partir da análise de sua prática. A análise foi dividida em três partes: formação, pesquisas realizadas nos EUA com cintiladores e no Brasil sobre contaminação radioativa natural e artificial. Como conclusão desta tese, retomarei estes pontos a fim de estabelecer uma síntese dos seus capítulos, como também apresentar minhas conclusões finais.

Para compreendermos o cientista que foi Pe. Roser, entendermos por que se interessou pela radioatividade natural e artificial em sua última década de vida, período em que se consolidou como físico, com uma volumosa produção científica, representação em comitês internacionais e a criação do próprio Instituto de Física da PUC-RJ, precisamos voltar às suas origens, localizar o momento em que se torna um cientista e os seus objetivos iniciais e também ações por ele tomadas em sua trajetória científica inicial.

Deste modo, o capítulo dois da tese foi direcionado para a descrição desse período compreendido entre os anos de 1933 e 1949, de modo que busquei esclarecer sua formação, mesmo com poucos documentos para análise deste período. Por meio de fontes secundárias pudemos depreender um pouco da formação que recebera. Ele que sempre estudou em colégios jesuítas. Concluímos que sua formação foi basicamente escolástica, mas com aberturas à ciência moderna. Sua chegada ao Brasil, para cursar o noviciado em Nova Friburgo, RJ, incialmente estava condicionada à sua vocação pessoal de se tornar um missionário indigenista. Contudo, suas habilidades em ciência e matemática o desviaram dessa aparente vocação inicial. Foi na gestão do Pe. Paulo Bannwrath S.J, como superior provincial, que essas características dele foram observadas logo após o término do filosofado, no período de magistério dentro dos cursos de formação inicial dos colégios jesuítas.

Segundo um estudo da Companhia de Jesus, os superiores escolhiam jesuítas para prosseguimento de estudos, também para ascensão dentro do quadro hierárquico da própria companhia. Bem como, um jesuíta com as características de Roser, no tocante às habilidades em ciências e matemática, era raro dentro da Província, principalmente depois da necessidade impostas às províncias provocada pela constituição apostólica de 1931, que criava a disciplina de questões científicas, demandando alguém com formação em ciências dentro das províncias. Dessa maneira, ele passa ter um valor ainda maior para a própria província que o estimula a seguir essa vocação inata. A partir dele outros noviços, anos mais tarde, foram cooptados para

o lado científico, como o próprio Pe. Leopoldo Heinberger S.J., químico, que funda o Instituto de Química da PUC.

O caminho trilhado por Roser foi bem distinto dos jesuítas que tinham oportunidade de cursar o ensino superior (em teologia). Ele primeiro fez o curso de física em concomitância com a teologia na Universidade de Viena, depois o doutorado na Universidade de Innsbruck sob a orientação de Hess. A diferença é que os jesuítas brasileiros primeiro fariam a teologia, depois se especializariam em alguma matéria. Provavelmente, Roser sabia que para se doutorar precisaria fazer o ciclo básico de física, pois só com os fundamentos que havia aprendido no filosofado não seriam suficientes.

A escolha pela radioatividade se iniciou com o físico Egon Von Schweidler. Na época, era uma linha de investigação bem difundida nas escolas científicas de origem germânicas. Em seguida, Roser dirigiu-se para Innsbruck onde realizou como pesquisa um monitoramento anual da intensidade da radiação cósmica, como pudemos analisar de sua tese. Os resultados obtidos fizeram parte do programa de pesquisa idealizado por Hess e outros, na década de 1930. Os resultados dessas pesquisas só foram publicados por Roser cerca de três anos depois no Brasil. Percebemos que um pouco depois de seu doutoramento, Roser buscou desenvolver pesquisa no Brasil. A sua participação no Simpósio Internacional de Raios Cósmicos, em 1941, mostra isso. No entanto, ele não conseguiu nos anos seguintes manter a rotina, primeiro por não ter equipamentos para continuar suas pesquisas aqui, segundo por suas obrigações docentes e sacerdotais dentro da companhia. Porém, no tempo em que esteve como professor do filosofado, buscou atualizar os currículos científicos e equipar laboratórios, levando para sala de aula um pouco da ciência moderna. Nesse período, ele mostrou aos superiores competência para gerir espaços, organizando e levantando recursos para implementação de bibliotecas, laboratórios, etc.

A criação da Escola Politécnica da PUC-RJ (1947) foi preponderante para que Roser retornasse a pesquisa científica. Os superiores o incumbiram de criar um centro de pesquisa científica na universidade, que almejasse a modernidade acadêmica e científica diferente dos modelos universitários daquela época vigentes no país. Pe. Roser é transferido de Nova Friburgo para o Rio de Janeiro, onde passa a dar aulas de física no Colégio Santo Inácio. Nesse momento, retoma as pesquisas junto aos cientistas do Rio de Janeiro, realizando investigações sobre eletricidade atmosférica.

A criação do CBPF é um marco importante para a historiografia da ciência brasileira, em especial da física. Padre Roser, interessado em compor o movimento científico de apoio aos desenvolvimentos da matéria atômica em nosso país, participa das primeiras reuniões para a

fundação do centro de pesquisa, tendo em vista aproximar a Universidade Católica do que iria ser conhecido na historiografia da física como período de estabilização da física profissional no Brasil.

Um importante interlocutor de Roser nesse período, Cesar Lattes, o propõe alguns estudos nos Estados Unidos, a priori, que visavam a contribuições institucionais da PUC no campo no programa de desenvolvimento da ciência brasileira considerado que se iniciou nos anos de 1950. Essa relação entre os dois é um importante achado dessa pesquisa, que revela aspectos desconhecidos na historiografia do próprio Lattes como diretor científico do CBPF.
No capítulo 3, dediquei-me a análise dos escritos científicos-filosóficos realizados para uma publicação católica da época, a Revista *Verbum*. Os textos destacavam a importância do conhecimento escolástico para ciência moderna por meio de críticas ao positivismo lógico, presentes na prática científica, impedindo os cientistas de encontrar a verdade pura. Esses textos eram direcionados a comunidade intelectual católica, mostrando um alinhamento com a constituição apostólica, Deus Scientiarum Dominus, do Papa Pio XI. Esse tópico deve ser melhor explorado em futuros trabalhos visando compreender a relação científica dos jesuítas, a partir dos escritos de Roser, que neste momento estava imerso dentro da companhia exercendo o papel de professor no noviciado.

Seguindo, no capítulo posterior, abordo as pesquisas realizadas no período americano, desde sua chegada à Chicago até as últimas pesquisas realizadas em Stanford. Descobrimos que Lattes foi mentor de Roser no programa de pesquisa que desenvolveu nos primeiros anos americanos, sendo o seu principal interlocutor científico (1949-1952). A partir do final de 1952, por problemas administrativos no CBPF, Roser passa, ele mesmo, estabelecer contato direto com o CNPq, iniciando em meados de 1953 um contrato de trabalho de pesquisas com o órgão. Depuramos das atas das reuniões do conselho deliberativo do CNPq que somente a partir deste momento Roser passa a ser considerado dentro do órgão.

Depreendemos que o primeiro trabalho de Roser foi na construção de um dispositivo de detecção de méson-μ, utilizando a recém descoberta técnica de cintilação de Kallmann (1947). Em Chicago, com Marcel Schein, aplicou esta técnica para estudos de partículas (méson-μ) oriundas de raios cósmicos, construindo detectores. Depois, já com Hofstadter, em Stanford, passou a se ocupar de questões de ordem técnica, como melhorar as medidas com uso de cintiladores, também de verificar as potencialidades de cintiladores líquidos.

Parte do seu tempo nos EUA, foi dedicado também a aprender outra recente técnica: a indução nuclear, com Felix Bloch. Constatamos que esse período (1952-1953) foi muito caro a Roser, que se colocou num regime de estudos intenso e de interlocução também intensa com

Lattes para a aquisição do aparelhamento e pessoal necessários ao desenvolvimento da pesquisa no Brasil, o que acabou por não se concretizar devido aos problemas internos de administração do próprio CBPF. Consideramos as publicações deste período como as mais importantes dentro do espectro científico da trajetória de Pe. Roser. As pesquisas tiveram muita relevância no campo dos cintiladores promovendo o avanço desse conhecimento.

No capítulo cinco, nos dedicamos a compreender como Roser iniciou suas pesquisas em radioatividade natural e artificial no Brasil. Entre as perguntas que procuramos responder, estão: qual a relação de Roser com o comitê conhecido pelo acrônimo UNSCEAR da Nações Unidas? Quais pesquisas foram realizadas no Brasil? Como era o fazer científico usado por ele e seu grupo de pesquisa? Qual a importância dessas pesquisas para o recém fundado Instituto de Física e Matemática Joaquim da Costa Ribeiro, na PUC-RJ?

Nos colégios da companhia, Padre Roser foi um professor de ciências, com inclinações para a experimentação. Ele buscava atualizar os laboratórios e bibliotecas, visando trazer melhorias ao pedagógico das instituições de ensino. Ele por ser defensor do ensino experimental, foi um crítico ao ensino enciclopédico. Quando recebe a missão de criar um centro científico dentro da PUC, sabia que para ter uma reputação respeitável entre as outras instituições científicas. Ele buscava estar na vanguarda de seu tempo, de modo que ele precisaria atualizar seus conhecimentos para poder gerir esse futuro empreendimento.

Entre 1950 e 1956, período que esteve em dois centros de pesquisas importantes nos EUA. Seus objetivos eram preencher as lacunas de sua formação austríaca, com ênfase em física moderna, realizar pesquisas e estabelecer parecerias para futuros trabalhos no centro que iria fundar. As investigações no campo da detecção de partículas foram bem sucedidas, tanto em Chicago quanto em Stanford. No entanto, por cinco anos ele buscou, sem sucesso, estabelecer parcerias institucionais. Todas as iniciativas esbarravam na falta de recursos para o desenvolvimento de pesquisas. No início, Roser cria que a relação com Lattes facilitaria os projetos que estava estabelecendo com seus orientadores Schein e Bloch. Em, 1953, por intermédio próprio, numa aproximação direta com membros do CNPq, em especial com General Bernardino, Roser passa receber recursos (bolsa de prestação de serviços), para o desenvolvimento de um projeto com Hofstadter no campo dos cintiladores. Por um período de cerca de dois anos, Roser tentou conseguir os recursos para o desenvolvimento das técnicas no campo da cintilação, mas o CNPq não pôde ampara-lo na aquisição de aparelhamento para essas pesquisas.

Com o final dos trabalhos em Stanford, no início de 1955, Pe. Roser partiu para Fordham, onde começou estudos de radioatividade do solo, como seu antigo orientador, Victor

Hess. A técnica, de baixo custo, estava sendo difundida pelos EUA por conta dos frequentes testes nucleares realizados na época. Ao longo deste ano, movimentos a favor do uso da tecnologia nuclear para fins pacíficos, estimulou a criação, pela ONU, de um comitê de investigação sobre contaminação radioativa, conhecido pelo acrônimo UNSCEAR. A proximidade com General Mattos e o conhecimento que estava aprendendo com Hess o habilitariam a ser convidado a integrar a delegação brasileira nesse comitê. A partir desse convite, Roser retorna ao Brasil e passa a contar com o apoio do CNPq consegue organizar um programa de pesquisa inteiro e dentro da Universidade Católica em pareceria com o Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil (hoje UFRJ) e com o INT.

O programa de pesquisa cobria as medidas de contaminações artificiais e naturais com intuito de compreender como em mundo permeado por partículas oriundas de artefatos bélicos nucleares afetaria a saúde humana. O programa dividia-se nos monitoramentos de partículas ativas de fallout e levantamentos radiométricos. Os primeiros foram realizados por cerca de 10 anos, em todas as regiões brasileiras, com apoio de comunidades jesuítas. Nos primeiros anos Roser teve a cooperação do INT nesse monitoramento. Já no segundo, os levantamentos radiométricos em campo da radioatividade natural, escolheu-se duas regiões como campo de investigações principais Morro do Ferro (MG) e Guarapari (ES). A radiometria e o estudo das populações humanas e vegetais foram os focos da pesquisa, que se estenderam para além morte de Roser em 1967. O programa teve muitas colaborações nacionais e internacionais, em particular de cientistas da Universidade de Nova York que estiveram várias vezes no Brasil.

Mostramos que esse programa de pesquisa foi muito importante para o estabelecimento do Instituto de Física da PUC-RJ pois através dele, recursos foram destinados à PUC para montagem de laboratórios, compra de equipamentos e manutenção de políticas de intercâmbio internacional. Desta forma, nos primeiros anos de existência deste instituto de pesquisa em física no país, a relação que Pe. Roser estabelecera com CNPq, CNEN e outras instituições, permitiu que o IF crescesse e se tornasse tão importante para física brasileira.

As respostas às indagações levantadas em nosso problema de pesquisa, que me serviram de guia neste trabalho, bem como as análises feitas em cada capítulo, revelaram um cientista preocupado com o desenvolvimento da física experimental em nosso país, num momento em que a física profissional estava em vias de estabilização, no fortalecimento e desenvolvimento das pesquisas de vanguarda de sua época e na melhoria dos cursos de formação científica.

O cientista Pe. Roser foi um especialista na ciência radioativa, precisamente em sua detecção. Desde o início sua formação científica na Universidade de Viena e posteriormente no desenvolvimento de suas primeiras pesquisas em Innsbruck, o estudo da radioatividade lhe

acompanhou. No Brasil, no final dos anos 1940, ele trabalhou medindo a eletricidade atmosférica, junto a cientistas brasileiros. Em seu período de pesquisas nos Estados Unidos, seus trabalhos estiveram também atrelados à detecção de partículas: construção de equipamentos, captura de partículas, melhorias nas análises de pulsos e testes com diversos materiais (antraceno e líquidos cintilantes). Na última etapa de suas pesquisas dedicou-se a fazer levantamentos radiométricos em zonas radioativas brasileiras. usando a própria tecnologia que desenvolveu nos laboratórios de Stanford e Chicago (cintilômetros e câmeras de ionização). Além disso, ele aplicou diversas outras técnicas de medidas radioativas atmosféricas, epidemiológicas para os monitoramentos dos níveis radioativos ambientais e biológicos.

Os resultados de suas pesquisas podem ser divididos em três partes: período que vai de 1933-1949 (formação e primeiros anos), depois de 1950 a 1956 (período americano), o último período 1957-1967 (regresso ao Brasil). As primeiras foram sobre a intensidade da radiação cósmica, um programa de estudos da escola germânica cujos resultados obtidos por Roser serviram em trabalhos futuros escritos por Victor Hess. Já os produzidos em Chicago e Stanford foram, em minha opinião, os mais representativos de sua atividade científica, pois de fato estavam na vanguarda de seu tempo e puderam servir de base para os campos dos raios cósmicos, técnica de detecção, física nuclear e a jovem área da física de partículas elementares. As pesquisas da última década de vida estavam no campo da física aplicada e foram muito relevantes para que a comunidade científica mundial, que estava debruçada nas questões relacionadas aos efeitos das radiações ionizantes sobre os seres humanos, pudesse compreender melhor essa matéria. O Brasil e a Índia eram países com zona de elevada radioatividade natural conhecidas, assim propícios para estudos de efeitos radioativos de longo prazo sobre as populações presentes no local.

Uma característica do cientista Padre Roser era colaborar com pesquisadores ativos com relevância no cenário internacional. Ele acreditava que crescimento profissional se dava pelo intercâmbio cultural e científico. Assim, manteve contato por toda vida com instituições e cientistas, estabelecendo pontes. Conseguiu proporcionar ao seu próprio instituto (docentes e discentes) oportunidades de qualificação em níveis de excelência. Qualidades essas que acompanham bons gestores.

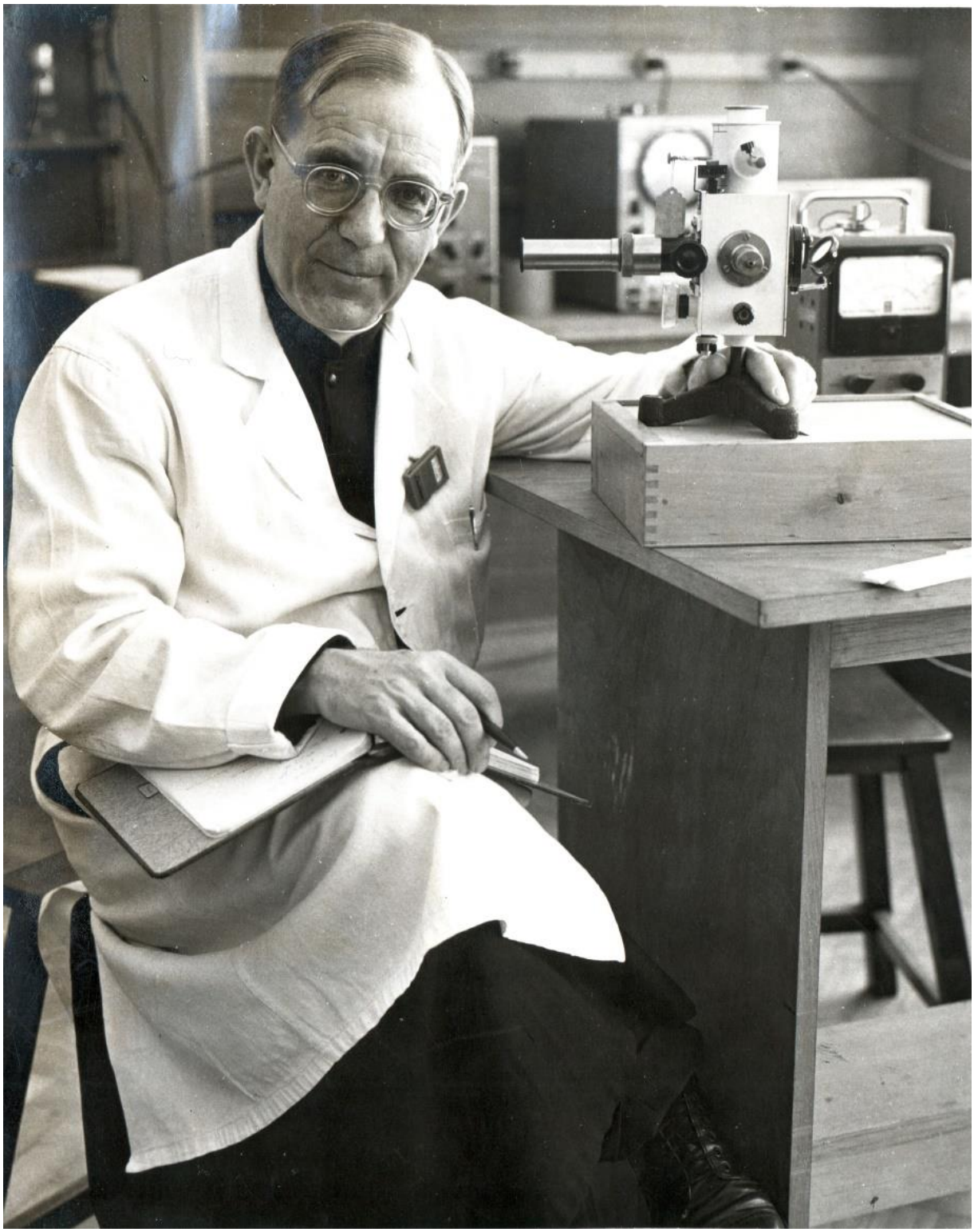
Na perspectiva da segunda questão levantada por esse trabalho, sobre o papel de Padre Roser como cientista no período de estabilização da física profissional, podemos dizer que sua atividade científica foi de suma relevância, porque a partir dela um dos principais institutos de pesquisa em física de nosso país passou a existir.

Mesmo sendo um sacerdote com formação científica, Roser teve o respeito dos principais cientistas do período, se pondo em dialogo com seus contemporâneos sobre o destino das ciências físicas no Brasil. Ele esteve em ação durante todo o processo de consolidação do CBPF quanto do CNPq, atuando em paralelo para o desenvolvimento científico brasileiro. Através de Cesar Lattes, seu principal interlocutor, ele pôde se especializar visando uma futura colaboração entre a PUC e o com o movimento científico iniciado com o CBPF e apoio do CNPq.
Padre Roser, após seu regresso ao Brasil em 1957, trabalhou intensamente para melhoria dos cursos de formação científica. Ele foi atuante dentro do grupo de físicos brasileiros participando de diversas reuniões com cientistas junto ao CNPq para destinação de recursos e políticas para o setor.

Esta tese descortina novas perspectivas para historiografia da física brasileira que ainda não haviam sido observadas pelos trabalhos realizados até aqui. Por exemplo, sobre as pesquisas em raios cósmicos realizadas por cientistas brasileiros, as pesquisas de Roser em Innsbruck não foram analisadas até então, assim como sua participação no Simpósio Internacional, também não é devidamente descrita. A relevância da pesquisa feita por ele em Innsbruck para historiografia brasileira está na sua primeira publicação realizada nos Anais da ABC, trazendo novas ideias a incipiente física nacional. As profícuas pesquisas feitas por ele nos laboratórios da Universidades de Chicago e Stanford que demonstram originalidade e relevância científica no campo dos cintiladores. Os projetos de pesquisas paralelos em raios cósmicos entre Schein e Roser para Chacaltaya, mas que não avançaram por questões de disponibilidade de equipamento. Aspectos da atividade de Lattes como diretor científico do CBPF analisados a partir da relação profissional estabelecida com Roser. A participação da delegação brasileira no comitê científico da Nações Unidas para investigação dos efeitos das radiações em seres humanos, em consequência, o desenvolvimento de um programa de pesquisa em contaminação ambiental e artificial.

A documentação analisada nos permitiu enxergar novos episódios sobre as pesquisas em raios cósmicos no Brasil; aspectos sobre a ciência dentro da comunidade jesuítas na primeira metade do século XX; a organização das seções de pesquisa no CBPF; as primeiras políticas de concessão de bolsas de estudo oriundas do CNPq; As pesquisas de brasileiros em laboratórios americanos em meados dos anos 1950; a participação em comitês científicos internacionais; A participação de instituições estrangeiras no programa de contaminação radioativa ambiental, por exemplo a AEC-USA e finalmente compreender os primeiros anos de funcionamento do IF-PUC. Pretendemos em futuros trabalhos analisar com mais profundidade esses temas.

Figura 74 - Pe. Francisco Xavier Roser S.J.



Físico e sacerdote, no laboratório do Instituto de Física da PUC-RJ, nos anos 1960.
Fonte: NMPUC-RJ.

REFERÊNCIAS

ABC. Resumo de trabalhos- Simpósio Internacional de Raios Cósmicos. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, Rio de Janeiro, 1941.

ALISSON, S. K. Institute for nuclear Studies of the University of Chicago. **American Association for the Advancement of Science, 65, 6**, 1947.

ALMEIDA, M. D.; VIDEIRA, A. A. P. Le rôle de la biographie dans l'histoire des sciences. In: _____ **Méthode et histoire. Quelle histoire font les historiens des sciences et des techniques**. Paris: Classiques Garnier, 2013. p. 321-335.

ALTMANN, G. O.; WALKER, H. N.; HESS, V. F. Counter Studies on Cosmic Rays at Sea Level. **Physical Review**, 1940.

ALVAREZ, L. W.; BLOCH, F. A Quantitative Determination of the Neutron Moment in Absolute. **Physical Review**, octuber 1940. 111-123.

ANDERSON, W. A.; ARNOLD, J. T. A Line-Narrowing Experiment. **Physical Review**, 1954.

ANDERSON, W. A.; ARNOLD, J. T. High Resolution of Proton Magnetic Resonance Spectra. **Discussion of the Faraday Society**, n. 19, 1955.

ANDRADE, A. M. R. D. **Físicos Mésons e Política**. Rio de Janeiro: Hucitec, 1999.

ANDRADE, A. M. R. D. Os raios cósmicos entre a ciência e as relações internacionais. In: MAIO, M. C. **Ciência, política e relações internacionais:** ensaios sobre Paulo Carneiro [online]. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2004.

ANDRADE, A. M. R. D. Ciência e política nas alturas de Chacaltaya. **Jornal da Unicamp**, 2005.

ARNAUT, C.; RUCKSTADTER, F. M. M. Estrutura e Organização da Cosntituições dos Jesuítas. **Acta Scientarium**, Maringa, 2002. 103-113.

ARON, A. Absorber curve of fallout products. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, dezembro 1956. 423-425.

ARON, A.; MEYER, E.; CASTRO. Fallout Mesuarement Rio de Janeiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, março 1961. V31 n1.

BARROS, F. D. S. As passagens de Cesar Lattes e de Leite Lopes pela Ilha do Fundão. **Revista Brasilieira de Ensino de Física**, São Paulo, 2013. ISSN https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000400017.

BASKIN; WINCKLER. Relative Ionization by Cosmic-Ray y Mesons in a Liquid Scintillator. **Physical Review**, EUA, 1953.

BASSALO, J. M. O Precurssores da Físca Nuclear no Brasil. **Ciencia e Sociedade- CBPF**, Rio de Janeiro, 1993.

BASSALO, J. M. F. As Raízes da Física Brasileira. **Ciência e Sociedade**, 1990.

BELL, P. R. The use of anthracene as a scintillation counter. **Physical Review, 73, 1405**, 1948.

BEOZZO, J. O. A igreja entre a revolução de 1930, o estado novo e a redemocratização. In: FAUSTO, B. **História Geral da Civilização Brasileira, III. O Brasil Republicano 4. Economia e Cultura (1930-1964)**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. p. 271-342.

BHATTACHARYA, R. *et al.* A JOURNEY THROUGH RESEARCHES ON COSMIC RAYS. **International Journal of Engineering Science and Technology**, 2013.

BIRKS, J. B.. Scintilation Counters. **Pergamon Press**, London , 1953.

BLACKETT, P. M. S. Further Evidence for the Radioactive Decay of mesotrons. **Nature**, 1938.

BLOCH, F. Über die Quantenmechanik der Elektronen in Kristallgittern. **Z. Physik**, 1929.

BLOCH, F. Nuclear Induction. **Physical Review**, octuber 1946. 460-475.

BLOCH, F. Induction Nuclear. **Physics Today 3, 8, 22**, 1950.

BLOCH, F. The principle of nuclear induction. **Nobel Lecture**. Zurique: https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/bloch-lecture-1.pdf. 1952. p. 203-2016.

BLOCH, F.; GAMOW, G. On the Magnetic Scattering of Neutrons. **Physical Review**, July 1936. 259-260.

BRANDÃO, R. V. M. **Negócio do Século:** O Acordo de Cooperação Nuclear Brasil-Alemanha. Niterói: UFF, v. Dissertação, 2002.

BROWNELL, G. L. Physics in South America. **Physics Today, 5**, Julho 1952. 5-12.

CANABARRO, I. "A utilização da fotografia para a construção do conhecimento histórico". **BIEV**. Rio Grande do Sul: [s.n.]. 2008. p. https://www.ufrgs.br/biev/fotografia-para-construcao-da-historia/.

CAP, F. Geschichte des Instituts für theoretische Physik 1868-1988. **Universität Innsbruck**, 2009. Disponivel em: <https://www.uibk.ac.at/ipoint/dossiers/uni-im-rueckspiegel/657294.html>. Acesso em: 29 nov. 2021.

CARNEIRO, S.; FREIRE JR, O. A Foreword to “On the Disintegration of the Positive Heavy Meson” by Elisa Frota Pessoa and Neusa Margem. **Brazilian Journal of Physics**, 2021.

CASPAR, M. **Kepler**. New York: Dover, 1993.

CHAMMING'S, L. Prefácio á nova edição. In: MARITAIN, J. **A Filosofia da Natureza**. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

CHECON, A. Prefácio. In: _____ **P.Francisco Xavier Roser, S.J. (1904-1967)**. Rio de Janeiro: Organizado por P. Pedro. A. Maia, S.J., 1984.

COEN, D. R. **Vienna in the Age of Uncertainty- Science, Liberalism, and Private Life**. London: University of Chicago, 2007.

Companhia de Jesus, I.-B. **Catalogus Provinciae Brasiliae Centralis- Societatis Iesu - Inuente Anno MCMXLV**. Rios de Janeiro: Industria Gráfica Siqueira, 1940.

COSTA RIBEIRO, J. D. A Física No Brasil. **As Ciências no Brasil**. [S.l.]: Edições Melhoramentos. 1955.

CULLEN, T. L. Radioatividade da Baixa Atmosfera. **Anais da Acadêmia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, 1958.

CULLEN, T. L. Francisco Xavier Roser, SJ. **Separatanda Revista Verbum**, Rio de Janeiro, Tomo XXIV, n. 2, 1967.

CULLEN, T. L. A ideia de uma Universidade. In: S.J., P. P. M. **Padre Francisco Xavier Roser- fundador do Instituto de Física da PUC-RIO**. São Paulo: [s.n.], 1984.

CULLEN, T. L.; ROSER, F. X. Radiotion levels in selected regions of Brazil. **Anais da Acdemia Brasileira de Ciências**, Rio de janeiro, 1962.

DENOTH, A. Das Elektrotechnische Institut der Universität Innsbruck 1907-1946. **Ber. nat.-med. Verein Innsbruck**, Innsbruck, 2014.

DOBRGKEIT, C. Cosmic Ray Physics in Brazil. **Procedding of Science**, 04 set. 2010.

DOWLING, S. A bomba atômica soviética poderosa demais para ser lançada duas vezes. **BBC News**, 2017. Disponivel em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-42146164>. Acesso em: 16 fecereiro 2021.

EISENBUD, M. **Environmental odssey:** people, polluitions, and politics in life of a paratical scientist/ Merril Eisenbud. Washington: University of Washington Press, 1990.

EISENBUD, M.; GESSEL, T. **Enviromental Radioactivity:** From Natural, Industrial and Military. Fourth. ed. [S.l.]: Academic Press, 1997.

F BLOCH, D. N. H. H. S. A Quantitative Determination of the Magnetic Moment of the Neutron in Units of the Proton Moment. **Physical Review**, november 1948. 1025-1045.

FEINBERG, E. L. Particle Theory - Cosmic Rays - Accelerators Conflicts and Reconciliation. In: SEKIDO, Y.; ELLIOT, H. **EARLY HISTORY OF COSMIC RA Y STUDIES**. Dordrecht: D. Reidel Publishing, 1985.

FELIX BLOCH, W. W. H. M. P. Nuclear Induction. **Physical Review**, 1946. 127.

FERMI, E. The Ionization Loss of Energy in Gases and in Condensed Materials. **Physical Review**, 1940.

FERREIRA, P. M. G. Francisco Xavier Roser (1904-1967). **Jesuitas-29**, Rio de Janeiro, seção-Perfil 2010.

FIGUEIRÔA, S. F. D. M. A propósito dos estudos biográficos na história da ciencias e das tecnologias. **Fênix-Revista de História e Estudos**, 2007.

FRANCA, E. P.; COELHO, A. P. Determinação de Sr_90 em ossos de recém nascidos. **Anais da Academia Brasileira de Ciências V 31 n1**, Rio de Janeiro, março 1959.

FRANCA, E. P.; FILHO, C. C.; COELHO, A. P. Determinação de Estrêncio-90 em Diversos Materiais Radioativos. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, 1957.

FRANCA, L. **O Método Pedagógico dos Jesuítas:** O Ratio Studiorum. 2 ed. (2019). ed. Campinas: Kirion, 1952.

FRANCA, P. L. **Obras completas do Padre Leonel Franca:** Alocuções e artigos- Tomo I. Rio de janeiro: Livraria Agir Editora, v. 140-143, 1954.

FURST, M.; KALLMAN, H. Fluorescence of Solutions Bombarded with High Energy Radiation (Energy Transport in Liquids). **Physical Review**, EUA, 1950.

GERMANN, F. G. **Science**, 1954.

GINSBERG, J. The Production and Distribution of Radioisotopes Oak Ridge National Laboratory. **American Chemical Society**, Washington, 2008.

GOFF, J. L. **História e Memória**. primeira. ed. Campinas -SP: Storia e Memoria Giulio Einaudi , 1990.

GOLDEMBERG, J. Os 100 anos de física - Vol II Nº2. **Ciência e Sociedade**, 1973.

GOUDSMIT, S. A. **Pauli and Nuclear Spin**. [S.l.]: Amarican Institute Physics, 1961.

GRILLPARZER, F. Praboocks, 2021. Disponivel em: <https://prabook.com/web/erwin.schrodinger/3776782>. Acesso em: 27 nov. 2021.

GROSS, B. Observações sobre a radioatividade do ar produzida por experiências nucleares. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, 1958.

GROSS, B. **Benhard Gross (depoimento, 1976)**. Rio de Janeiro: CPDOC, 2010.

HAHN, H.; NEURATH, O.; CARNAP, R. A Concepção Científica do Mundo- O Círculo de Viena. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, 1986.

HALBWACKS, M. **Memória coletiva**. 2. ed. São Paulo: Vértice, 1968.

HARRISON, F. B.; COWAN, C. L.; REINES, F. **Nucleonics**, 1954.

HERMAN, R. Robert Hofstadter (5 february 1915- 17 november 1990). **Proceedings of the American Philosophical Society**, v. 139, 1995.

HESS, V. The Discovery of Cosmic Radiation. **Thought: Fordham University Quaternly**, New York, 1940.

HESS, V. F. The Nobel Prize in Physic 1936 - Victor Hess Nobel Lecture. **The Nobel Prize**, 1936. Disponivel em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1936/hess/facts/>. Acesso em: 11 dez. 2021.

HESS, V. F. On the Seasonal and the Atmospheric Temperature Effect in Cosmic Radiation. **Physical Rewiew**, 1940.

HESS, V.; DEMMELMAIR, A. World-wide effect in cosmic ray intensity, as observed during a recent magnetic storm. **Nature**, 31 august 1937.

HOFSTADER, R. Alkali Halide scintillation Counters. **Physical Review, 74,100**, 1948.

HOFSTADTER, A. H. A. R. Energy Loss of Cosmic-Ray Mu-Mesons in Sodium Iodide Crystals. **Physical Review 88**, November 1952.

HOFSTADTER, A. K. A. R. Electron-Induced Showers in Copper. **Physical Review**, February 1953.

HOFSTADTER, R. **Felix Bloch - 1905-1983**. Washington D.C: National Acedemy of Sciences, 1994.

INNSBRUCK. Victor Hess. **Insbruck Universitat**, 2012. Disponivel em: <http://physik.uibk.ac.at/hephy/Hess/homepage/>. Acesso em: 21 dez. 2021.

INNSBRUCK, U. **Verlesungen, Personalstand und Anstalten- Herausgegeben vom Akademischen Senat- Leopold Frazenns- Universsitat Innsbruck**. Innsbruck: Pressetelle der Ss terrelchischen Hochschulrschsft, 1934-38.

JOUAUST, R. *et al.* Physikalische Zeitschrift; t. XVI;1913. **Hal-archives-ouvertes**, 1914.

KAPLAN, I. **Física Nuclear**. Rio de Janeiro: ed. Guanabara, v. 2, 1962.

KAPLAN, J. Minutes of the Stanford Meeting December 28, 29 and 30, 1953. **Physical Review**, 15 february 1954. 939.

KASTANER, J. **The Natural Radiation Enviroment**. Washington: US- AEC, 1968.

KEGEL, G. Medidas da Radioativiadde Atmosférica. **Annaes da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, setembri 1956. 22-23.

KEGEL, G. Mesureament Long-Range Fallout in Rio de Janeiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências -- v28 n4**, Rio de Janeiro, dezembro 1956. 447-453.

KNOLL, F. G. **Radiation detection and measurement**. New York: John Wiley&sons, co, 2010.

KRAG, H. The biographical approach. In: _____ **An introduction to the historiography of science**. Cambridge: Cambridge University Press , 1989. p. 168-173.

KREBS, A. T. **Scintillation Counter**. Army Medical Research Laboratory. Kentucky. 1952. (89).

KUNH, D. In memorian em. o. Univ. Prof. Dr. Rudolf Steimaurer. **Ber. Nat. Med. verein Innsbruck**, Innsbruck, 2000.

KUNH, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 13. ed. São Paulo: Perspectiva, 2020.

LANDAU, L. On the energy loss of fast particles by ionization. **Journal of Physics**, USSR, 1944.

LESLIE, S. W.; HELVY, B. Steeple Building at Stanford: Electrical engineering, physics, and microwave research. **IEEE**, 1985. 1169 - 1180.

LITTLE, J. I. F. A. W. A. **A biographical Memoir- Robert Hofstadter (1915-1990)**. Washington, D.C.: The National Academy Press, 2001.

LOPES, A.; BOURGUINON, N. A guerra nuclear de Guarapari. **Gazeta online**, 2015. Disponivel em: <https://especiais.gazetaonline.com.br/bomba/>. Acesso em: 17 outubro 2021.

LOPES, I. C. Física de Aristóteles. **Resenha**, Fortaleza, 2019. Repositório da UFCE.

LOPES, J. L. Os primeiros 20 anos da Física Nuclear no Brasil (1934-1954). In: HAMBURGUER, A. I. **José Leite Lpoes:** Uma história da Física no Brasil (editado em 2004). São Paulo: Livraria da Física, 1954. p. 111-126.

LOPES, J. L. **Relatório Sobre a Conferência Internacional Para as Aplicações Pacíficas da Energia Atômica**. Conselho Nacional de Pesquisa. Rio de Janeiro, p. 1-10. 1955.

LOPES, J. L. Universidade e Pesquisa: Os Nossos Problemas. In: HABURGUER, A. I. **Uma história da Física no Brasil**. São Paulo: Livraria da Física, 2004. p. 7-12.

MAIA, P. A. As peripécias de uma faculadde de filosofia. **Sintese Nova Fase**, São Paulo, 1991.

MALM, O.; PFEIFER, W. C.; BOTARO, D. Eduardo Penna Franca. In: _____ **Construtores do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013. p. 169-190.

MARQUES, A. EM MEMÓRIA DE CÉSAR LATTES. **Ciêcia e Sociedade, CBPF**, 2005.

MARQUES, A. Reminiscências de César Lattes. **Revista Brasileira de ensino de Física**, agosto 2005.

MARQUES, A.; GOMES, T. F. Seleção de periódicos científicos para a área da física. **Ciência e Informação**, Rio de Janeiro, v. 3, n. IBBD, 1974.

MAST. Arquivos de História da Ciência - Bernhard Gross, Rio de Janeiro, 2001.

MAST. **Arquivo Hervásio de Carvalho:** inventário. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2006.

MCEVOY, J. P.; ZARATE, O. **Introducing Quantum Theory**. London: Icon Books, 2013.

MEYER, E. Espectroscopia Gama da Radioaprecipitação Causada por Bombas Atômicas Francesas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, V. 43, n. 2, Rio de Janeiro, 1971.

MONTGOMERY, C. G.; D.D.MONTGOMERY. Scintillations Produced by Cosmic Rays. **Physical Review**, 22 Setembro 1950. 757.

MOTOYAMA, S. A Física no Brasil. In: FERRI, M. G.; MOTOYAMA., S. **A História das Ciências no Brasil**. São Paulo: EDUSP, v. Volume 1, 1979.

MOTOYAMA, S. 1930-1964: Período Desenvolvimentista. In: _____ **Prelúdio para uma história- Ciência e Tecnologia no Brasil**. São Paulo: EdUSP, 2004. p. 251-316.

MOURA, F. A.; ROCHA, L. L. F. Memória e história: entrevista como procedimento de pesquisa em Comunicação. **Revista comunicação midiática**, maio 2017. 14.

MUSACHIO, M. X.; PENNA-FRANCA, E. Captação de radio-iodo por culturas de tireóide de embrião de galinhas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, 1961.

NETTO, B. D. M. **Relatório da Conferência Internacional de Energoa Atômica para Fins pacíficos**. Conselho Nacional de Paesquisa. Rio de Janeiro, p. 1-38. 1955.

NOBEL PRIZE. Robert Hofstadter Biographical (1961). **The Nobel Prize**, 2022. Disponivel em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1961/hofstadter/facts/>. Acesso em: 21 jan. 2022.

NOBEL-PRIZE. Felix Bloch- Biographical, 1952. Disponivel em: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1952/bloch/biographical/>. Acesso em: 13 november 2020.

NOBRE, B.; VIDEIRA, A. A. P. Revista Brasileira de Ensino de Física. **"Mas seja tudo pelo bem da física": Aspectos da trajetória científica de Francisco Xavier Roser, Sj(1904-1967)**, São Paulo, 40, n. 2, 2018.

NYE, M. J. Scientific Biography: History of Science by Another Means? **Chicago Journals - History of Science Society**, 2006. 322-329.

OAK RIDGE, L. **Annual Report the Board of Directors To The Council of The Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, INC**. Tenesse. 1950.

OCCHIALINI; SCHONBERG. A componente ultra mole da radiação cósmica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, 1939.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **MacTutor**, 2015. Disponivel em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Furtwangler/>. Acesso em: 28 nov. 2021.

OIEA. Los átomos para La paz de eisenhower El discurso que inspiró la creación del OIEA. **Boletin del OIEA**, v. https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull54-4/54401210304_es.pdf, n. acesso: 27/10/2021, 2013.

OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. **Física das Radiações**. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

OLIVEIRA, C. E. D. **São Tomás de Aquino e a Filosofia**. Lavras: UFLA- CEAD, 2013.

OLIVEIRA, P. C. D. Averróis e a religião do filósofo. **Theoria- Revista Eletrônica de Filosofia Faculdade Católica de Porto Alegre**, Porto Alegre, 2016.

PANETH, F. A. Prof. Egon Von Schweidler. **Nature**, v. 240, 1949. ISSN https://doi.org/10.1038/163240b0.

PENNA-FRANCA, E. **Radioatividade na Dieta dos Habitantes das Regiões Brasileiras de Elevada Radioatividade Natural**. Rio de Janeiro: Tese- UFRJ, 1968.

PEREIRA, L. B. D. S. **VITÓRIA NA DERROTA:** ÁLVARO ALBERTO E AS ORIGENS DA POLÍTICA NUCLEAR BRASILEIRA. RIO DE JANEIRO: TESE- FGV, 2013.

PESET, J. L. Ciencia y vida: ¿una impossible conjunción? **Asclepio**, Madrid, v. LVII, p. 14, 2005.

PFOTZER, G. ON ERICH REGENER'S COSMIC RAY WORK IN STUTTGART AND RELATED SUBJECTS. In: SIDEKO, Y.; ELLIOT, H. **EARLY HISTORY OF COSMIC RAYS**. DORDRECHT: [s.n.], 1985. p. D. REIDEL PUBLISHING COMPANY.

PINHO, A. Homens e Instituições- F.X.Roser, S.J. **Ciência e Cultura**, Vol 19, Nº 3, Rio de janeiro, 1967. 608-611.

PIRES, A. T. **A evolução das ideias da física**. São Paulo: livraria da física, 2011.

PORTO, C. M.. A Física de Aristóteles: Uma Construção Ingênua? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, 2009.

POWERS, P. N.; BEYER, H. G.; DUNNING., J. R. Experiments on the Magnetic Moment of the Neutron. **Physical Review**, 1937.

PRINGLE, R. W. The Scintillation Counter. **Nature, 4209**, 1950.

PUC-RIO. **Anuário da PUC-Rio (1958, Instituto de Ciências)**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1958.

PUC-RIO. **Anuário PUC-Rio 1960**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1960.

PUC-RIO. **Anuário PUC-Rio 1961**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1961.

PUC-RIO. **Anuário da PUC-Rio 1963**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1963.

PUC-RIO. **Anuário da PUC-RIO**. Rio de Janeiro: Reitoria da PUC, 1964-1967.

PUC-RIO. Cronologia ano a ano. **Nucleo de Memória da PUC-Rio**, 2022. Disponivel em: <http://nucleodememoria.vrac.puc-rio.br/instrumentos-de-pesquisa/cronologia?page=1>. Acesso em: 06 jan. 2022.

PURCELL, E. Nuclear Magnetism in Relation to Problems of the Liquid and Solid States. **Science**, 1948.

R.HOFSTADER. Alkali Halide scintillation Counters. **Physical Review, 74,100**, 1948.

REITER, W. L. Von Erdberg in die Boltzmanngasse – 100 Jahre Physik an der Universität Wien. In: FRÖSCHL KANTON, M. G. O. T. S.-L. B. **Reflexive Innensichten aus der Universität.** Viena: Viena University Press, 2015. p. 191-210.

RIBEIRO, A. L. C. **Notas sobre a relevância da biografia científica para a história da ciência:** O caso de Von Martius. Rio de Janeiro: Dissertação apresentada no Progrma HCTE-UFRJ, 2009.

RIBEIRO, J. C.; GROSS, B.; ROSER, F. X. Observaciones de los variaciones de la eletriciadad atmosférica durante el eclipse solar total del 20-05-1947 en Bocaiuva(Minas Gerais, Brasil). **googledrive**, Buenos Aires, p. 166, 1948. Disponivel em: <https://drive.google.com/file/d/1RfkwKq2u6KlwotbspeQHNXyPoEVafmGt/view?usp=sharing>. Acesso em: 03 maio 2021.

RIBEIRO, J. D. C. A Física No Brasil. **As Ciências no Brasil**. [S.l.]: Edições Melhoramentos. 1955.

RICKABY, J. Catholic Encyclopedia, Volume 2. **Wikisource**, 2021. Disponivel em: <ttps://en.wikisource.org/wiki/Catholic_Encyclopedia_(1913)/Joseph_Bayma>. Acesso em: 23 nov. 2021.

ROLIM, T. **"Giram os Sputiniks nas alturas , ferve a imaginação nas Planuras":** a ciência e o bizarro no Céara em fins da década de 1950. Ceara: Tese de doutorado, 2006.

ROSENBERG, C. Wood or trees? **ISIS**, v. 79, p. 567-568, 1988.

ROSER *et al*. Fallout Particles of High Specific Activity. **Acta Physica Austriaca**, Graz, 1958. 187-195.

ROSER, F. X. **Untersuchungen Uber Die Kosm. UltraHlung Auf Dem Hafelekar IM Jahre 1937**. Innsbruck: Innsbruck Universität, 1938.

ROSER, F. X. On the Temperature Effect in Cosmic Radiation. In: ACADEMIA BRASILIERA DE CIÊNCIAS, A. **Simpósio Internacional de Raios Cósmicos**. Rio de Janeiro: Academia Brasiliera de Ciências, 1941.

ROSER, F. X. Sobre a interpretação do efeito da temperatura na radiação cósmica. **Anaes da Acedmia Brasileira de Ciências** , Rio de Janeiro, 1941.

ROSER, F. X. **Física e Filosofia Natural- Coleção Brasileira de Divulgação- série V-Filosofia**. Rio de Janeiro: S.D. do M.E.S, 1946.

ROSER, F. X. Newton e Leibniz em face do Neo-positivismo científico. **Revista Verbum**, 1948.

ROSER, F. X. O emprego de cintiladores a cristal para medir partículas de alta energia. **Revista Ciência e Cultura**, dezembro 1951.

ROSER, F. X. A unidade do saber Humano em face do neo-positivismo. **Revista Verbum**, Rio de Janeiro, 1952.

ROSER, F. X. Probleme Grobflachinger Szinttilatioszahaller. **Acta Physical Austriaca**, n. IX, 1955.

ROSER, F. X. Spectral Emission of Composite Liquid Phosphors. **Science**, v. 121, 1955.

ROSER, F. X. Sobre o levantamento dos níveis radiométricos em certas regiões brasileiras. **Revista Ciência e Cultura**, Rio de Janeiro, 1957.

ROSER, F. X. Sobre a assimilação de radioativos naturais pelas plantas. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, 1958.

ROSER, F. X. Sobre a natureza e composição de partículas ativas provenientes de testes nucleares. **Anais da Academia Btasileira de Ciências- V30 n4**, Rio de Janeiro, 31 dezembro 1958.

ROSER, F. X. *et al.* **A Study of Natural and Artificial radioactive Contamination in Brazil**. Instituto de Física da PUC-Rio. Rio de Janeiro. 1964.

ROSER, F. X. *et al.* **A Study of Natural and Artificial Radioactive Contamination In Brazil**. Instituto de Física da PUC-Rio. Rio de Janeiro. 1965.

ROSER, F. X.. On the temperature effect in cosmic radiation. In: NACIONAL, I. **Sympósium sobre Raios Cósmicos**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1941. p. 105-112.

ROSER, F. X.; BOWEN, T. The ionization loss of mu-mésons at relativistic energies in anthracene. **Physical Review, 83, p. 689**, 1951.

ROSER, F. X.; BOWEN, T. The Problem of using scintillantion crystal as proporcional counters for high energy particles. **Physical Review, 83, p.284**, 1951.

ROSER, F. X.; BOWEN, T. The response of anthracene scintillation crystal to high energy mu-mesons. **Physical Review, 85, p.992**, 1952.

ROSER, F. X.; COSTA, A. E. Variação da concentração radioativa com alguns parâmetros meteorológicos. **Revista Ciência e Cultura**, V. 13, Nº3, São Paulo, 1961.

ROSER, F. X.; CULLEN, T. L. 1 Níveis anômalos de radiação em algumas zonas radioativas do Brasil. **Anais da Academia Barsileira de Ciências**, Rio de Janeiro, 1961.

ROSER, F. X.; CULLEN, T. L. **Enveriomental Radioactivity in High Background Areas of Brazil**. Instituto de Física da Pontíficia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1962.

ROSER, F. X.; CULLEN, T. L. **Radiations Levels in select regions of Brazil**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1962.

ROSER, F. X.; CULLEN, T. L. **A study of Artificial and Natural Radioactive Contamination in Brazil**. Instituto de Física da Pontíficia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1964.

ROSER, F. X.; CULLEN, T. L. **A Study of Natural Radioactivity in Brazil**. Institutos de Física e Química da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1966.

ROSER, F. X.; CULLEN, T. L.; HEINBERG, L. **A Study of Natural and Artificial Radioactive Contamination In Brazil**. Instituto de Física e Química da Pontíficia Universidade Católica. Rio de Janeiro. 1965.

ROSER, F. X.; HUDSON, A. M. Uniformity of Pulse Heights from a Large-Area Photomultiplier. **Bulltein of the American Physical Society**, 28,29 and 30 december 1953. 7-8.

ROSER, F. X.; OLINTO, A. Sobre a Correlação Entre a Contaminação Radioativa da Atmosfera e Fatores Meteorológicos. **Anais da Academia Brasileira da Ciência** , V31 n4, Rio de Janeiro, dezembro 1959.

ROSER, F. X.; T.L.CULLEN. Vista de conjunto sobre fall-out no Rio de Janeiro de 1958-1961. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, V. 33 nº 3/4, Rio de Janeiro, dezembro 1961. 44.

ROSSI, B. Prof. Marcel Schein. **Nature, 4722**, Abril 1960.

ROTHEN, J. C. A universiadde brasileira na Reforma Francisco Campos. **Revista Brasileira de História da Educação**, Uberlândia, 2008.

SALEM, T. Do Centro Dom Vita à Universidade Católica. In: _____ **Universidades e instituições científicas no Rio de Janeiro**. Brasilia: CNPq, 1982. p. 97-136.

SCHEIN, M.; J.J.LORD; A.W.ELSTON. A Large Fluctuation in the Rate of Production of A Large Fluctuation in the Rate of Production of Solar Flare. **Physical Review**, 1950.

SCHEIN, M.; STINCHOMB, T. B.; FORBUSH, S. E. The Extraordinary Increase of Cosmic-Ray Intensity on November 19, 1949. **Physical Review, 79, 03**, agosto 1950.

SCHIFF, L. I.; HOFSTADTER, R. Felix Bloch: A brief professional biography. **Phyiscs Today**, v. 18, n. 12, p. 42, 1965.

SCHUSTER, P. M. The scientific life of Victor Franz (Francis) Hess (June 24, 1883–December 17, 1964). **Astroparticle Physics - Elsivier**, 2013. 33-49.

SCHWARTZMAN, S. A revolução de 1930 e as primeiras universiadades. In: SCHWARTZMAN, S. **Um espaço para a ciencia- formação para a comunidade científica brasileira**. Brasília: [s.n.], 2001.

SEGENREICH, S. C. D. Pontíficia Universidade Católica do Rios de Janeiro: pioneirismo e mudança. In: _____ **A Universidade no Brasil:** concepções e modelos. Destrito Federal: INEP, 2011. p. 173-186.

SEKIDO, Y.; ELLIOT, H. **Early History of Cosmic Rays Studies- Personal Reminiscences with Old Photographs**. Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1985.

SIEGMAN, A. E. Edward Leonard Ginzton- December 27, 1915–August 13, 1998. In: THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, E. A. M. **Biographical Memoirs:** Volume 88. Orlando: [s.n.], v. 88, 2006.

SILVA, C. S. R. C. D. *et al.* Entre cartas e diários : A atuação ds missionários da Compnhia de Jesus na Amazônia Mato-Grossense do século XX. **Revista Humanidades e Inovação**, 2019.

SILVA, I.; FREIRE, O. "Diplomacia e ciência no contexto da Segunda Guerra Mundial: a viagem de Arthur Compton ao Brasil em 1941". **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo , 2014.

SILVA, L. V. S. D. **Ciência, universidade e diplomacia científica:** a trajetória brasileira de Gleb Vassilevich Wtaghin (1931-1971). São Paulo: USP, v. tese, 2020.

SILVA-FILHO, W. V. D. **Costa Ribeiro**. São paulo: Livraria da Física, 2013.

SILVEIRA, E. F. Comments on Cosmic Ray Research in Brazil. **AIP Publishing**, 2013.

SIQUEIRA, A. C. D. A. O Significado de Filosofia na Metafísca de Aristóteles e sua Influência no Pensamento de Heidegger. **Kinesis**, Santa Maria, 2019.

SOLA, L. O golpe de 37 e o Estado Novo. In: CARDOSO, F. H.; FAUSTO, B. **Corpo e Alma- Brasil em Perspectiva**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1990.

SOUZA, J. C. D. P. Francisco Xavier Roser S.J. **Notícias para nosso amigos**, Rio de Janeiro, 1967.

SOUZA, L. D. Grande concentração de cientistas e febril atividade em Bocaiúva. **Jornal A noite**, Rio de Janeiro, 1948.

STANFORD, U. D. **Bulletin- Annoucement of Course (1951-1952)**. P. 217-228; Stanford: Universidade de Stanford, 1952.

STEINMAURER, R. Erinnerungen an V. F. Hess, den Entdecker der Kosmischen Strahlung, und an die Ersten Jahre des Betriebes des Hafelekar-Labors. In: SEKIDO, Y.; ELLIOT, H. **Early History of Cosmic Ray Studies** - Personal Reminiscences with Old Photographs. Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1985. p. 17-32.

TATON, R. D. Las biografías científicas y su importancia en la historia de las ciencias. In: LAFUENTE, A.; SALDANHA, J. J. **História de las Ciências**. Madri: [s.n.], 1987. p. 81.

TAVARES, H. D. O eclipse total do Sol de 1947 no escuro do cinema: uma análise da construção discursiva do Cine Jornal Informativo "O eclipse solar". XIV Encontro Regional da ANPUH Rio Memória e Patrimônio, **Anais...** Rio de Janeiro, 2010.

TAVARES, H. D. **O estilo de pensamento em Física nuclear e de Partículas no Brasil (1934-1975):** César Lattes entre raios cósmicos e aceleradores. Rio de Janeiro: tese-UFRJ, 2017.

TAVARES, H. D.; VIDEIRA, A. A. P. César Lattes, José Leite Lopes e o Nacionalismo científico no Brasil dos anos 1940. **Revista de História (São Paulo)**, 17 Jul 2020.

TAVARES, H.; GURGEL, I.; VIDEIRA, A. A. P. César Lattes e as técnicas de produção e detecção de mésons: a prática científica como objeto histórico. **Revista Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, 2020.

TOBIAS, C. A. Biological Effects of Cosmic Rays. **Physic Today**, 1951.

UDÍAS, A. Jesuits and the Natural Sciences in Modern Times, 1814-2014. **Brill Research Perspective in Jesuit Studies** , 2019. 1-104.

UNSCEAR. Resolução 913(x), **Resolução Fundadora**, Nova York, 1955. Disponivel em: <https://www.unscear.org/unscear/en/general_assembly.html#Resolution1>. Acesso em: 30 abril 2021.

UNSCEAR, N. U. **Report of The Untided Nations Scientific Commitee on the Effects of Atomic Radiation**. General Assembly - UNSCEAR. Nova York, p. Anexo A,B,C,D,E. 1958.

UNSCEAR, U. -. **Report of The Untided Nations Scientific Commitee on the Effects of Atomic Radiation**. General Assembly - UNSCEAR. Nova York, p. Anexo A,B,C,D,E. 1958.

UNSCEAR, U. -. **Report of The Untided Nations Scientific Commitee on the Effects of Atomic Radiation**. General Assembly - UNSCEAR. Nova York, p. Anexo A,B,C,D,E. 1958.

UNSCEAR, U. N. Report of the United Nation Scientific Comitee on The Rffects of Tomic Radiation. **General Assembly -UNSCEAR**, New York, 1958. Anexos F,G,H.

UNSCEAR, U. N. **Report of The Untided Nations Scientific Commitee on the Effects of Atomic Radiation**. General Assembly - UNSCEAR. Nova York, p. Anexo A,B,C,D,E. 1958.

UNSCEAR, U. N.-. **REPORT OF THE UNITED-NATIONS SCIENTIFIC COMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION -(A)**. NATIONS UNITED. New York. 1962.

UNSCEAR, U. N. **Report of United Nations Scientific Comission of Atomic Effects Radiation**. United Nations- Assembly General. New York. 1962. (Annex E, Seventeetnth Session, Supplement No. 16

VALLINA, A. U. **Los Jesuitas y la ciencia:** Una tradición en la Iglesia. 1 ed. ed. [S.l.]: Mensajero, S.A; , 2014.

VAZ, H. L. Jesuitasbrasil.org. **Herique Lima Vaz- Biografia (1976)**, 1976. Disponivel em: <http://padrevaz.com.br/index.php?option=com_content&view=category&id=34&Itemid=55>. Acesso em: 02 jan. 2022.

VIDEIRA, A. A. P.; BUSTAMANTE, M. C. Gleb Wataghin en la Universidad de São Paulo: un momento culminante de la ciencia brasileña. **Quipu**, v10, n 3, 1993. 2683-2684.

VIEIRA, C. L. **César Lattes -- Arrastado pela história (edição 70 anos do CBPF)**. Rio de Janeiro: CBPF, 2017.

VIEIRA, C. L.; VIDEIRA, A. A. P. História e historiografia da física no Brasil. **Revista de histório e estudos culturais**, 2007.

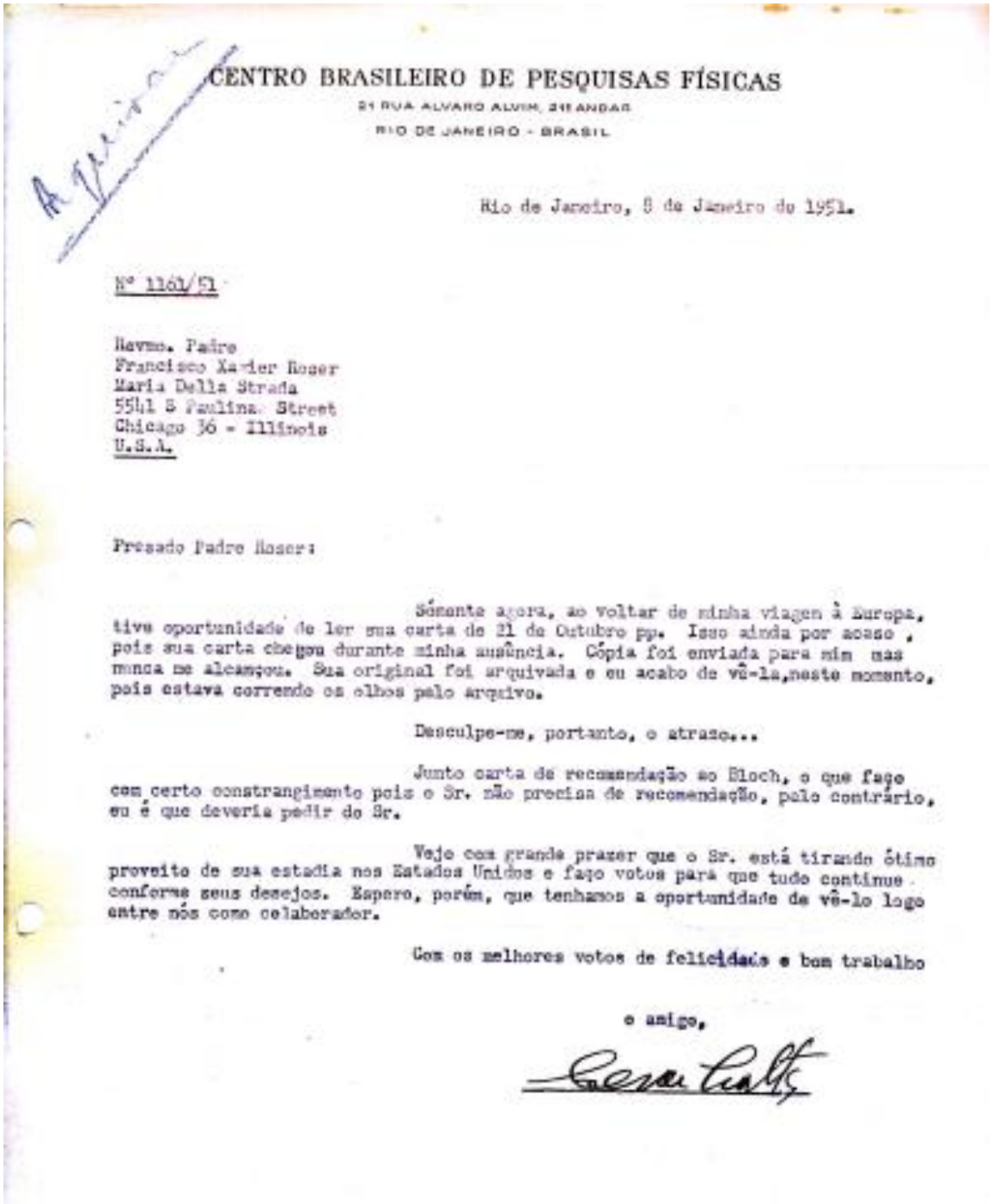
VILELLA, H. O. S. O mestre-escola e a professora. In: LOPES, E.; FILHO, L.; VEIGA, C. **500 anos de Educação no Brasil**. Belo Horizonte: Autêntica, 2000. p. 95-134.

WAIDENFELD, M. O céu é o limite: A educação escolar da elite carioca mos anos 1950. **31 reunião da ANAPED**, Caxambu, 2008.

WEISS, L. Atoms for Peace-Did the 50-year-old Atoms for Peace program accelerate nuclear weapons proliferation? The jury has been in for some time on this question, and the answer is eyes? **Bulletin of The Atomic Scientist**, november 2003. 34-44.

ANEXOS

ANEXO 1- Carta de César Lattes encaminhada a Padre Roser em Chicago, 1951.



CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS
21 RUA ALVARO ALVIM, 24 E ANDAR
RIO DE JANEIRO - BRASIL

Rio de Janeiro, 8 de Janeiro de 1951.

Nº 1161/51

Revmo. Padre
Francisco Xavier Roser
Maria Della Strada
5541 S Paulina Street
Chicago 36 - Illinois
U.S.A.

Prezado Padre Roser:

Sòmente agora, ao voltar de minha viagem à Europa, tive oportunidade de ler sua carta de 21 de Outubro pp. Isso ainda por acaso, pois sua carta chegou durante minha ausência. Cópia foi enviada para mim mas nunca me alcançou. Sua original foi arquivada e eu acabo de vê-la, neste momento, pois estava correndo os olhos pelo arquivo.

Desculpe-me, portanto, o atraso...

Junto carta de recomendação ao Bloch, o que faço com certo constrangimento pois o Sr. não precisa de recomendação, pelo contrário, eu é que deveria pedir do Sr.

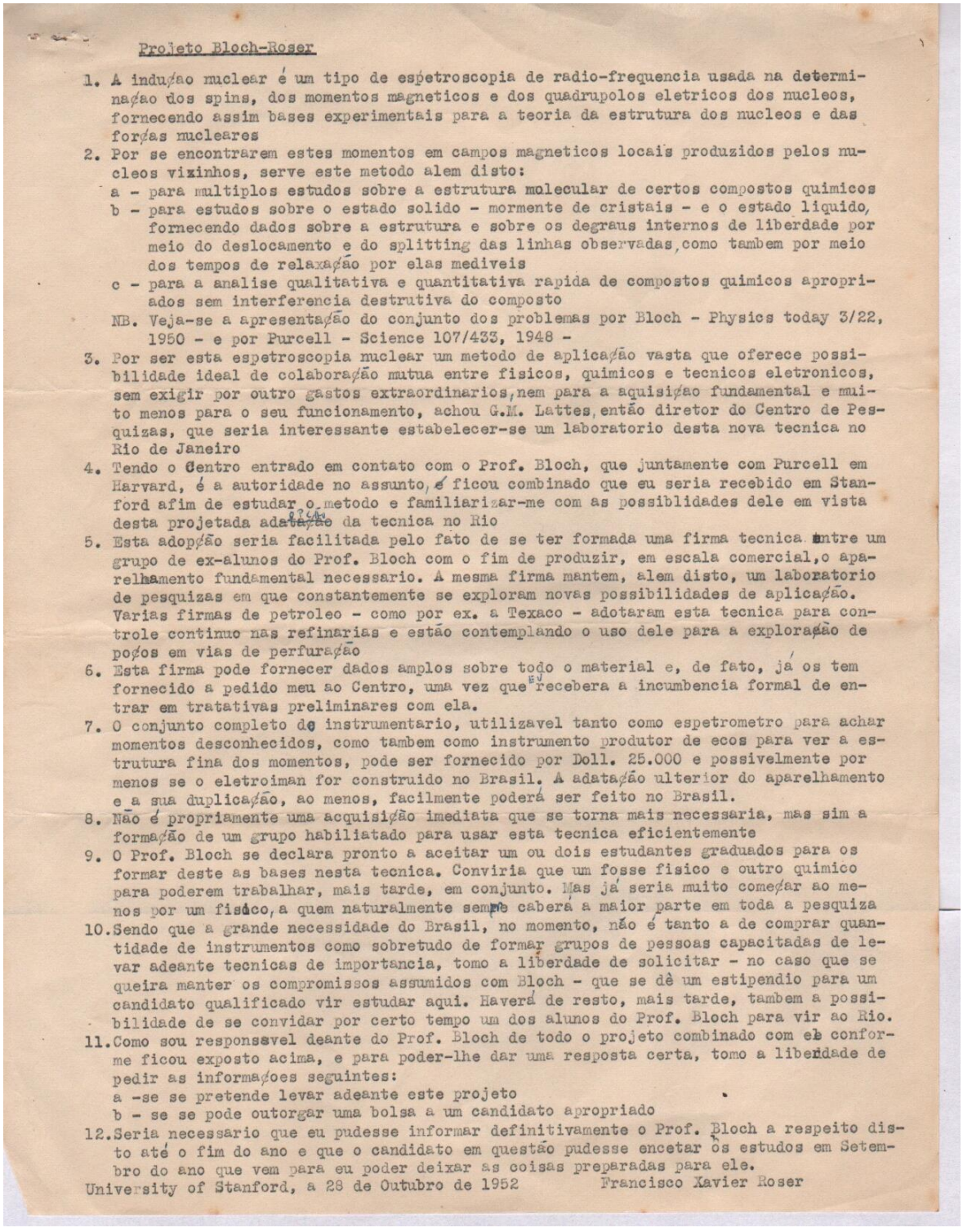
Vejo com grande prazer que o Sr. está tirando ótimo proveito de sua estadia nos Estados Unidos e faço votos para que tudo continue conforme seus desejos. Espero, porém, que tenhamos a oportunidade de vê-lo logo entre nós como colaborador.

Com os melhores votos de felicidade e bom trabalho

o amigo,

César Lattes

ANEXO 2 - Página principal do projeto Bloch-Roser encaminhado ao CNPq, 1952.

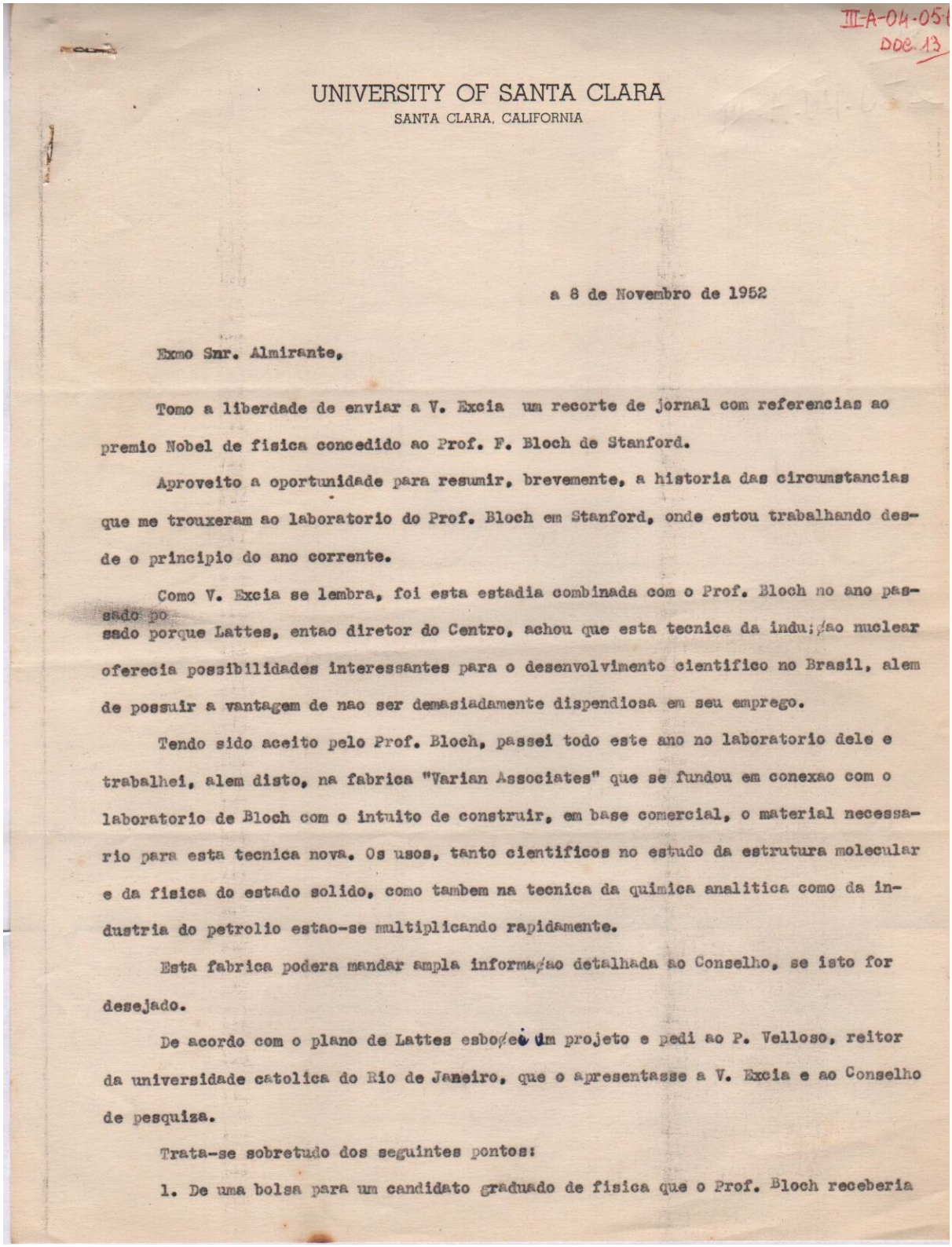


Projeto Bloch-Roser

1. A induçao nuclear é um tipo de espetroscopia de radio-frequencia usada na determinaçao dos spins, dos momentos magneticos e dos quadrupolos eletricos dos nucleos, fornecendo assim bases experimentais para a teoria da estrutura dos nucleos e das forças nucleares
2. Por se encontrarem estes momentos em campos magneticos locais produzidos pelos nucleos vizinhos, serve este metodo alem disto:
   a - para multiplos estudos sobre a estrutura molecular de certos compostos quimicos
   b - para estudos sobre o estado solido - mormente de cristais - e o estado liquido, fornecendo dados sobre a estrutura e sobre os degraus internos de liberdade por meio do deslocamento e do splitting das linhas observadas, como tambem por meio dos tempos de relaxaçao por elas mediveis
   c - para a analise qualitativa e quantitativa rapida de compostos quimicos apropriados sem interferencia destrutiva do composto
   NB. Veja-se a apresentaçao do conjunto dos problemas por Bloch - Physics today 3/22, 1950 - e por Purcell - Science 107/433, 1948 -
3. Por ser esta espetroscopia nuclear um metodo de aplicaçao vasta que oferece possibilidade ideal de colaboraçao mutua entre fisicos, quimicos e tecnicos eletronicos, sem exigir por outro gastos extraordinarios, nem para a aquisiçao fundamental e muito menos para o seu funcionamento, achou G.M. Lattes, então diretor do Centro de Pesquizas, que seria interessante estabelecer-se um laboratorio desta nova tecnica no Rio de Janeiro
4. Tendo o Centro entrado em contato com o Prof. Bloch, que juntamente com Purcell em Harvard, é a autoridade no assunto, é ficou combinado que eu seria recebido em Stanford afim de estudar o metodo e familiarizar-me com as possiblidades dele em vista desta projetada adataçao da tecnica no Rio
5. Esta adopçao seria facilitada pelo fato de se ter formada uma firma tecnica entre um grupo de ex-alunos do Prof. Bloch com o fim de produzir, em escala comercial, o aparelhamento fundamental necessario. A mesma firma mantem, alem disto, um laboratorio de pesquizas em que constantemente se exploram novas possibilidades de aplicaçao. Varias firmas de petroleo - como por ex. a Texaco - adotaram esta tecnica para controle continuo nas refinarias e estão contemplando o uso dele para a exploraçao de poços em vias de perfuraçao
6. Esta firma pode fornecer dados amplos sobre todo o material e, de fato, já os tem fornecido a pedido meu ao Centro, uma vez que eu recebera a incumbencia formal de entrar em tratativas preliminares com ela.
7. O conjunto completo de instrumentario, utilizavel tanto como espetrometro para achar momentos desconhecidos, como tambem como instrumento produtor de ecos para ver a estrutura fina dos momentos, pode ser fornecido por Doll. 25.000 e possivelmente por menos se o eletroiman for construido no Brasil. A adataçao ulterior do aparelhamento e a sua duplicaçao, ao menos, facilmente poderá ser feito no Brasil.
8. Não é propriamente uma acquisiçao imediata que se torna mais necessaria, mas sim a formaçao de um grupo habiliatado para usar esta tecnica eficientemente
9. O Prof. Bloch se declara pronto a aceitar um ou dois estudantes graduados para os formar deste as bases nesta tecnica. Conviria que um fosse fisico e outro quimico para poderem trabalhar, mais tarde, em conjunto. Mas já seria muito começar ao menos por um fisico, a quem naturalmente sempre caberá a maior parte em toda a pesquiza
10. Sendo que a grande necessidade do Brasil, no momento, não é tanto a de comprar quantidade de instrumentos como sobretudo de formar grupos de pessoas capacitadas de levar adeante tecnicas de importancia, tomo a liberdade de solicitar - no caso que se queira manter os compromissos assumidos com Bloch - que se dê um estipendio para um candidato qualificado vir estudar aqui. Haverá de resto, mais tarde, tambem a possibilidade de se convidar por certo tempo um dos alunos do Prof. Bloch para vir ao Rio.
11. Como sou responsavel deante do Prof. Bloch de todo o projeto combinado com ele conforme ficou exposto acima, e para poder-lhe dar uma resposta certa, tomo a liberdade de pedir as informaçoes seguintes:
    a -se se pretende levar adeante este projeto
    b - se se pode outorgar uma bolsa a um candidato apropriado
12. Seria necessario que eu pudesse informar definitivamente o Prof. Bloch a respeito disto até o fim do ano e que o candidato em questão pudesse encetar os estudos em Setembro do ano que vem para eu poder deixar as coisas preparadas para ele.

University of Stanford, a 28 de Outubro de 1952 Francisco Xavier Roser

ANEXO 3 - Carta endereçada ao Almirante Álvaro Alberto apresentando os projetos que realizava em Stanford. (página 1)



III-A-04-05
Doc. 13

UNIVERSITY OF SANTA CLARA
SANTA CLARA, CALIFORNIA

a 8 de Novembro de 1952

Exmo Snr. Almirante,

Tomo a liberdade de enviar a V. Excia um recorte de jornal com referencias ao premio Nobel de fisica concedido ao Prof. F. Bloch de Stanford.

Aproveito a oportunidade para resumir, brevemente, a historia das circumstancias que me trouxeram ao laboratorio do Prof. Bloch em Stanford, onde estou trabalhando desde o principio do ano corrente.

Como V. Excia se lembra, foi esta estadia combinada com o Prof. Bloch no ano passado po
ssdo porque Lattes, entao diretor do Centro, achou que esta tecnica da indu;ao nuclear oferecia possibilidades interessantes para o desenvolvimento cientifico no Brasil, alem de possuir a vantagem de nao ser demasiadamente dispendiosa em seu emprego.

Tendo sido aceito pelo Prof. Bloch, passei todo este ano no laboratorio dele e trabalhei, alem disto, na fabrica "Varian Associates" que se fundou em conexao com o laboratorio de Bloch com o intuito de construir, em base comercial, o material necessario para esta tecnica nova. Os usos, tanto cientificos no estudo da estrutura molecular e da fisica do estado solido, como tambem na tecnica da quimica analitica como da industria do petrolio estao-se multiplicando rapidamente.

Esta fabrica podera mandar ampla informa;ao detalhada ao Conselho, se isto for desejado.

De acordo com o plano de Lattes esbo;ei um projeto e pedi ao P. Velloso, reitor da universidade catolica do Rio de Janeiro, que o apresentasse a V. Excia e ao Conselho de pesquiza.

Trata-se sobretudo dos seguintes pontos:

1. De uma bolsa para um candidato graduado de fisica que o Prof. Bloch receberia

ANEXO 4 - Projeto Hofstadter-Roser encaminhado ao CNPq, 1952.

III-A-04-05-b
Doc. 9

Projeto Hofstadter-Roser

1. A questão da perda de energia no caso de particulas relativisticas foi tratada teoricamente por Bethe-Bloch, Fermi, Schoenberg e outros. Estes ultimos autores introduziram o efeito de densidade devido à polarisação do meio atravessado pela particula
2. Experimentalmente foi medida a curva da perda de energia e confirmado o efeito por Bowen-Roser - Phys. Rev. 85/992, 1952 - usando cintiladores de antraceno e por Hofstadter- Hudson - Phys. Rev. Nov. 1952 - empregando cristais de NaI.
   Ambas estas pesquizas foram feitas por meio de mesons mu.
   Recentemente varios autores, usando camaras de Wilson e chapas fotograficas, puderam, em geral, confirmar estas observações
3. Permanece a questão de verificar ainda o efeito para o caso de protons com tecnica mais refinada, como tambem a questão de decidir entre as diferentes teorias apresentadas a respeito deste efeito de densidade e da forma desta curva de perda de energia por Fermi, Halpern, Wick e Schoenberg - Phys. Rev. 52/485, 1940, 73/477, 1948; Nuovo Cimento 1/302, 1943, 8/3, 1951 -
4. Chacaltaya se prestaria muito bem a este tipo de pesquiza, devido a percentagem elevada de protons em tais altitudes
5. O aparelhamento porposto consiste numa serie de cintiladores arranjados em pilha com outros tantos fotomultiplicadores com eles ligados, de circuitos registradores e de um iman cujo campo magnetico permite selecionar energias bem determinadas
6. Trata-se, pois, de uma camara de Wilson solida que alem desta aplicação particular se prestará a outros usos no estudo de showers penetrantes e de outros eventos nucleares com a vantagem adicional de se poder observar ainda a relação dos tempos em certos casos
7. Alem disto seria de grande utilidade em geral ter esta tecnica de contadores a cristal no Brasil, pois ela serve em muitos outros ramos da fisica nuclear para espetrometria de raios gama, para medição de tempos ultracurtos que ocorrem em life-times e em estados metaestaveis de nucleos excitados etc.
8. O prof. Hofstadter, considerado um dos melhores especialistas no ramo, colaboraria no projeto tanto na construção do aparelhamento como tambem no planejamento das medições e assegura o interesse dele para todo o ulterior desenvolvimento de projetos ligados com esta nova tecnica
9. O aparelhamento necessario poderá ser construido por inteiro no departamento de fisica da universidade de Stanford e ser transportado, ao depois, para o Rio.
10. O orçamento seria aproximadamente o seguinte:

A - espetrometro a cristal consistindo em	a- fotomultiplicadores	Dol.	500
	b- cintiladores solidos	Dol.	2000
	c- cintiladores liquidos	Dol.	500
B - circuitos consistindo em	a- oscilosc. e registrad.	Dol.	1500
	b- amplificadores	Dol.	250
	c- mixers e coincid.	Dol.	250
C - Iman		Dol.	2000

   NB. Este ultimo porem poderá ser provavelmente construido no Rio, podendo eu obter os desenhos aqui
11. O Prof. Hostadter se declara pronto para a colaboração, porem insiste que, em vista dos longos prazos de entrega de cristais exigidos pela fabrica e do tempo consideravel necessario para a construção e o ajustamento dos aparelhos, se decida a questão possivelmente até o fim do ano. O equipamento então poderia ficar pronto até meiados do ano pv.
12. Tomo, pois, a liberdade de apresentar este projeto ao Conselho de Pesquiza, pedindo que em vista da grande utilidade de tal tecnica queira conceder a necessaria subvenção para a execução dele.

Universidade de Stanford, a 26 de Outubro de 1952

F. X. Roser S.J.

Francisco Xavier Roser S.J.

ANEXO 5 - Comunicação apresentada no congresso de física realizada pela American Physical Society em Stanford, 1952.

then to be expected that, since solvation effects increase with increasing dilution, the local magnetic field at the phosphorus nucleus would also decrease. Possible effects of chemical association among the P molecules will be discussed, as well as possible effects of the bulk susceptibility of the solutions.

* Supported in part by the U. S. Office of Naval Research.
† Now at Saint Mary's College, California.

A6. Experiment for Measurement of the Magnetic Moment of the Neutron.* VICTOR W. COHEN AND NOEL R. CORNGOLD, *Brookhaven National Laboratory*, AND NORMAN F. RAMSEY, *Harvard University*.—An experiment is being performed to make a determination of the ratio of magnetic moments of the neutron to proton, to a greater precision than has heretofore been attained. The method is somewhat similar to that used by Bloch and co-workers[1] and the atomic beam resonance method with separated oscillatory fields.[2] The slow neutrons are highly polarized by reflection at small glancing angles from a magnetized colbalt mirror. These will be reflected from a second analyzing mirror. Between the mirrors, the neutrons pass a region of uniform permanent magnetic field where they may become depolarized by a resonant rf magnetic field. This will result in a decrease in neutron beam intensity reflected from the second mirror. The ratio of the neutron resonance frequency to that of a proton field probe gives the ratio of the magnetic moments. In order to achieve high precision, the path in the magnetic field is about 150 cm. The separated oscillatory field method[2] is used to average the magnetic field along the path of the neutron and thereby to obviate the need for great uniformity. The path length between loops is long enough to give a natural line width for the neutron resonance of about 1 part in 25 000. The magnetic field is explored point-by-point with a small proton resonance probe. Rough preliminary results are in agreement with previous investigators.[1]

* Work carried out under contract with the U. S. Atomic Energy Commission.
[1] Bloch, Nicodemus, and Staub, Phys. Rev. **74**, 1025 (1948).
[2] N. F. Ramsey, Phys. Rev. **78**, 695 (1950).

A7. Free Nuclear Induction in the Earth's Magnetic Field. MARTIN PACKARD AND RUSSELL VARIAN, *Varian Associates*.—Free nuclear induction signals have been observed in the earth's magnetic field. The very simple experimental apparatus does not use a rotating magnetic field but relies on a polarizing field to preorient the magnetic moments at right angles to the earth's field. The polarizing field of about 100 gauss is left on for a time longer than T_1 after which it is reduced to zero rapidly enough to satisfy the nonadiabatic conditions, leaving the moments perpendicular to the earth's field. The precession of the magnetic moments about the homogeneous earth's field at a frequency of 2185 cycles is observed as a voltage induced in a receiver coil oriented perpendicularly to both the earth's field and the polarizing field. The free induction signal from 500 cc of water is observed to persist for a time greater than one second. This free decay time is probably determined by an instrumental T_2 rather than by the real T_2 of the water. A sample of HF shows a beat pattern which occurs at a frequency of about 120 cycles which is compatible with the difference in γ for hydrogen and fluorine. The absolute value of the earth's field can be easily measured by measuring the precessional frequency. The present signal-to-noise of 20 is adequate to permit a measurement of the earth's field to about one part in 15 000.

A8. Measurement of Nuclear Induction Relaxation Times in Weak Magnetic Fields. ARNOLD BLOOM AND DOLAN MANSIR, *Varian Associates*.—The spin-lattice and spin-spin relaxation times of nuclear magnetic moments in weak magnetic fields (of the order of the earth's magnetic field) have been measured through the use of the free precession apparatus described in the previous abstract. To measure T_1 in very weak fields the polarizing field is reduced at $t=0$ from its initial value of about 100 gauss to a residual value of about 2 gauss. The residual field is then removed at $t=\tau$ and the resulting free precession signal has an initial amplitude proportional to $\exp(-\tau/T_1)$. By varying τ, T_1 can be measured. T_2 can be determined directly from the time decay of the signal if the earth's field is homogeneous. If the earth's field is not homogeneous, a form of spin-echo technique can be employed for measuring T_2. In this technique a short pulse of inhomogeneous polarizing field is applied at $t=\tau$, following the initial removal at $t=0$. At $t=2\tau$ a spin echo occurs whose amplitude, under certain conditions, is proportional to $\exp(-2\tau/T_2)$ and is independent of the amplitude and duration of the polarizing field pulse. Experimental results will be discussed.

A9. Isotopic Spin and Odd-Odd $N=Z$ Nuclei.* S. A. MOSZKOWSKI† AND D. C. PEASLEE, *Columbia University*.—The recent discovery of a $T=1$, $J=0$ ground state[1] in Cl^{34} provides the first known exception to the usual expectation that a nuclear ground state has the minimum isotopic spin possible; e.g., $T=0$ for an odd-odd $N=Z$ nucleus. The position of the lowest $T=1$ state of an odd-odd $N=Z$ nucleus relative to the $T=1$ ground state of the neighboring even-even $N=Z+2$ isobar can be estimated theoretically and is in fair agreement with experimental data. For the lightest odd-odd $N=Z$ nuclei, H^6 to Na^{22}, the ground state has $T=0$. However, the energy difference between the lowest $T=0$ and lowest $T=1$ state decreases with increasing A. The known positron emitting states of Al^{26}, P^{30}, and K^{38} appear to have $T=1$, 0, and 0, respectively. Tentative predictions regarding the decay of the lowest $T=1$ state in Na^{22} and K^{38} and the decay of the lowest $T=0$ state in Al^{26} will be presented.

* Work supported by the U. S. Atomic Energy Commission.
† Now at University of California, Los Angeles, California.
[1] W. Arber and P. Stähelin, Helv. Phys. Acta **26**, 433 (1953).

MONDAY MORNING AT 10:00

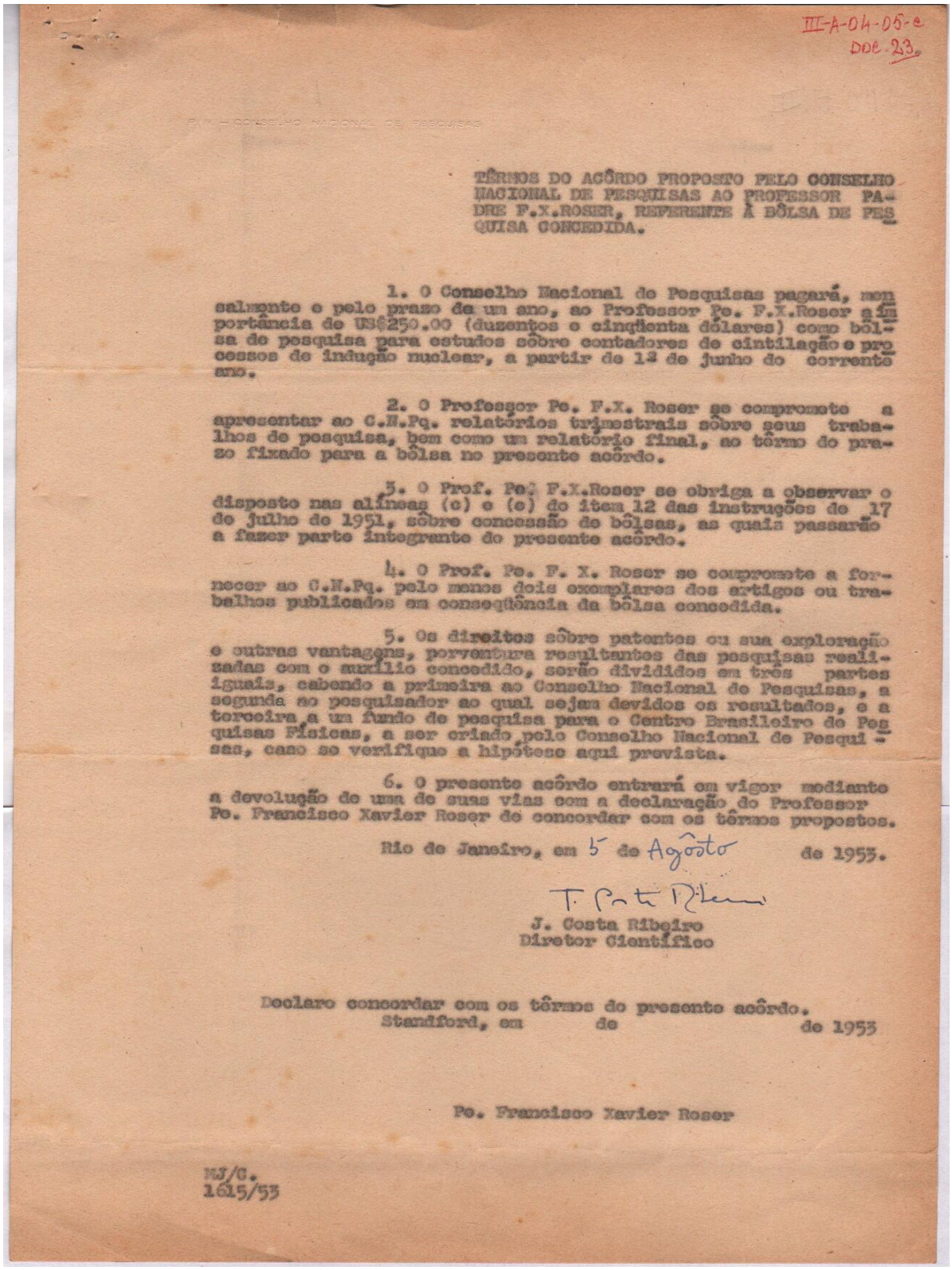
Physics 372

(PAUL KIRKPATRICK, presiding)

Contributed Papers

B1. Uniformity of Pulse Heights from a Large-Area Photomultiplier.* A. M. HUDSON AND F. X. ROSER,† *Department of Physics and W. W. Hansen Laboratories of Physics, Stanford University*.—Following a suggestion of R. Hofstadter, a specially designed light baffle has been constructed for use with a large-area photomultiplier (RCA type C7157). This baffle improves the uniformity of pulse heights for scintillation events originating at various regions near the photocathode.

ANEXO 6 - Termo de concessão de bolsa outorgada pelo CNPq a Roser.



III-A-04-05-e
Doc. 23.

C.N.P.q. - CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS

TÊRMOS DO ACÔRDO PROPOSTO PELO CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS AO PROFESSOR PADRE F.X.ROSER, REFERENTE À BÔLSA DE PESQUISA CONCEDIDA.

1. O Conselho Nacional de Pesquisas pagará, mensalmente e pelo prazo de um ano, ao Professor Pe. F.X.Roser a importância de US$250.00 (duzentos e cinqüenta dólares) como bôlsa de pesquisa para estudos sôbre contadores de cintilação e processos de indução nuclear, a partir de 1º de junho do corrente ano.

2. O Professor Pe. F.X. Roser se compromete a apresentar ao C.N.Pq. relatórios trimestrais sôbre seus trabalhos de pesquisa, bem como um relatório final, ao têrmo do prazo fixado para a bôlsa no presente acôrdo.

3. O Prof. Pe. F.X.Roser se obriga a observar o disposto nas alíneas (c) e (e) do item 12 das instruções de 17 de julho de 1951, sôbre concessão de bôlsas, as quais passarão a fazer parte integrante do presente acôrdo.

4. O Prof. Pe. F. X. Roser se compromete a fornecer ao C.N.Pq. pelo menos dois exemplares dos artigos ou trabalhos publicados em conseqüência da bôlsa concedida.

5. Os direitos sôbre patentes ou sua exploração e outras vantagens, porventura resultantes das pesquisas realizadas com o auxílio concedido, serão divididos em três partes iguais, cabendo a primeira ao Conselho Nacional de Pesquisas, a segunda ao pesquisador ao qual sejam devidos os resultados, e a terceira a um fundo de pesquisa para o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, a ser criado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, caso se verifique a hipótese aqui prevista.

6. O presente acôrdo entrará em vigor mediante a devolução de uma de suas vias com a declaração do Professor Pe. Francisco Xavier Roser de concordar com os têrmos propostos.

Rio de Janeiro, em 5 de Agôsto de 1953.

T. Costa Ribeiro

J. Costa Ribeiro
Diretor Científico

Declaro concordar com os têrmos do presente acôrdo.
Standford, em de de 1953

Pe. Francisco Xavier Roser

MJ/C.
1615/53

ANEXO 7 - Página principal do artigo publicado na revista austríaca Acta Physica Austriaca, em 1955, como resultado de um dos produtos da pesquisa com Hofstadter. Fonte APBCJ

Nicht im Handel

Sonderabdruck aus Band IX, 1955, Heft 3—4, der

ACTA PHYSICA AUSTRIACA

Unter Mitwirkung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften herausgegeben von
Fritz Regler, Wien, und Hans Thirring, Wien
Schriftleitung: Paul Urban, Graz

Springer-Verlag in Wien Alle Rechte vorbehalten

Probleme großflächiger Szintillationszähler*.

Von

Franz X. Roser[1].

Aus dem W.W. Hansen High Energy Laboratory der Universität Stanford, Kalifornien.

Mit 11 Abbildungen.

(*Eingelangt am 7. Dezember 1954.*)

Zusammenfassung.

Durch Verwendung von Leuchtsubstanzen in flüssiger oder fester Lösung sind großflächige Szintillationszähler möglich geworden und sind auch für viele Untersuchungen in der Teilchen- und Strahlenphysik in steigendem Maße zur Verwendung gekommen.

Damit jedoch die Vorteile der großen Meßflächen voll ausgenutzt werden können, muß gute Auflösungsfähigkeit (geringe statistische Streuung) der Zähler gewährleistet sein. Diese ist — neben den Eigenschaften des Elektronenvervielfachers — hauptsächlich durch die Größe der Lichtimpulse sowie durch ihre Gleichmäßigkeit (unabhängig vom Einfallspunkt der zu messenden Strahlung) bedingt.

Optimales Auflösungsvermögen erheischt geeignetes Zusammenstimmen verschiedener, teilweise sich widersprechender Faktoren.

Die zugrundeliegenden Probleme werden diskutiert und verschiedene Lösungen angegeben. Unter anderem wurde eine „Abdeckungsmethode" erstmalig untersucht, welche bei Verwendung von Vervielfachern mit großer Kathodenoberfläche gute Erfolge liefert.

Einleitung.

Im modernen Szintillationszähler ist eines der frühesten Beobachtungsverfahren zur Messung radioaktiver Strahlung (Szintillationsmethode von RUTHERFORD-GEIGER) zu neuen ausgedehnten Anwendungsmöglichkeiten gekommen [10, 24, 29, 30, 41, 52, 66, 75, 83, 95].

Es konnte mit Recht behauptet werden, daß seit 1949 die Geschichte der Entwicklung dieses überraschend einfachen Instruments weitgehend die Geschichte der experimentellen Kernphysik überhaupt darstellt.

* Herrn Prof. Dr. L. FLAMM zum 70. Geburtstag gewidmet.

[1] Derzeit von der kath. Universität in Rio de Janeiro als Research Fellow des brasilianischen „Conselho Nacional de Pesquisas" beurlaubt.

ANEXO 8 - Documento que apresenta Roser como membro da delegação científica brasileira para as reuniões da UNSCEAR.

Nova York, em 24 de fevereiro de 1956.

A Sua Excelência o Senhor
Embaixador Joao Carlos Muniz
Embaixada do Brasil em Washington.

Senhor Embaixador,

O portador desta, que tenho o prazer de apresentar a Vossa Excelência, é nosso patrício Reverendo Francisco Xavier Rozer, membro, na qualidade de Representante Substituto, da Delegação que representará o Brasil na Comissão criada pela Décima Assembléia Geral das Nações Unidas para estudar os efeitos da radiação atômica.

2. Como o reverendo Rozer deseja visitar algumas instalações do Naval Research Laboratory, muito agradeceria a Vossa Excelência o obséquio de prestar-lhe, no particular, a assistência da Missão Diplomática sob sua direção, para que possa êle obter, do Govêrno dos Estados Unidos da América, as facilidades necessárias à realização daquelas visitas.

Aproveito a oportunidade para apresentar os protestos da respeitosa consideração com que me subscrevo

De Vossa Excelência

Jayme de Barros Gomes
Representante Substituto, Encarregado da
Missão do Brasil junto às Naçoes Unidas.

ANEXO 9

Cronologia da trajetória científica de Pe. Francisco Xavier Roser S.J.

1904 – Nascimento, Linz, Áustria

1924- Início do noviciado no Colégio Anchieta, Nova Friburgo, Brasil.

1931-1933- Professor de cosmografia e de matemática no ginásio e encarregado do gabinete de física do Colégio Santo Inácio.

1934-1936- Universidade de Viena- estudos iniciais de Física

1936-1938- Universidade de Innsbruck: doutoramento em física sob a supervisão de Victor Hess. Ordenação sacerdotal

1939- Terceira provação em Pereci, RS.

1940-1946 – Professor de física, matemática e de questões científicas do Colégio Anchieta

1947-1949- Professor de física do Colégio Santo Inácio

1950- 1951 – Trabalho na Universidade de Chicago sob a Supervisão de Marcel Schein.

1952- 1953 – Trabalho na Universidade de Stanford sob a Supervisão de Felix Bloch.

1953- Bolsa de cooperação do CNPq

1953- 1954 – Trabalho na Universidade de Stanford sob a Supervisão de Robert Hofstadter.

1956-1967- Compõe a delegação científica brasileira na UNSCEAR; Diretor e físico experimental do Instituto de Física da PUC-RJ.

ANEXO 10

Lista cronológica de publicações científicas feitas por pe. Francisco Xavier Roser S.J.

1. [1938] Untersuchungen über die Kosmische Ultrastrahlung auf dem Hafelekar im Jahre 1937, F. X. Roser, Tese de Doutorado, Universidade de Innsbruck, 1938.
2. [1940] Problemas de radiação cósmica. Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 12, nº 4, p. I, dezembro 1940. (Resumo)
3. [1941] Sobre a interpretação do efeito de temperatura na radiação cósmica, Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 13, nº 2, junho 1941, pp. 145 - 158.
4. [1943] On the temperature effect in cosmic radiation In Symposium sobre Raios Cósmicos. Academia Brasileira de Ciências/Imprensa Nacional: Rio de Janeiro, 1943, pp. 105-112.
5. [1945] Física e Filosofia Natural. Revista Verbum, vol. 2, junho 1945, pp. 129-156.
6. [1946a] Discussão do Livro de James McWilliam: Physics and Philosophy. Revista Verbum III, 154-157.
7. [1946b] Newton e Leibniz em face do neo-positivismo científico. Revista Verbum, vol. 3, dezembro de 1946, pp. 508-516.
8. [1946c] Física e Filosofia Natural. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1946, 53 páginas (Coleção Brasileira de Divulgação série 5, Filosofia, n. 1)
9. [1947] Discussão do Livro de Zeno Bucher: (Innenwelt der Atome). Revista Verbum IV, 121-123.
10. [1948]Observaciones de los variaciones de la eletriciadad atmosférica durante el eclipse solar total del 20-05-1947 en Bocaiuva(Minas Gerais, Brasil) [Online] / A. Ribeiro J.C., Gross B. e Roser F.X. // googledrive. - 1948. - 03 de 05 de 2021. - https://drive.google.com/file/d/1RfkwKq2u6KlwotbspeQHNXyPoEVafmGt/view?usp=sharing.
11. [1950] (em colaboração com T. Bowen). Scintillation Counter for High Energy Particles. Bulletin of the American Physical Society, vol. 25, nº 5, p. 35, 1950. (Resumo)
12. [1951a] (em colaboração com T. Bowen). Scintillation Counter for High Energy Particles, Physical Review, vol. 81, nº 2, pp. 323-324, 1951.
13. [1951b] (em colaboração com T. Bowen). The problem of using scintillation crystals as proportional counters for high energy particles. Physical Review, vol. 82, nº, pp. 284-285, 1951.

14. [1951c] Emprego de Cintiladores a cristal para medir partículas de alta energia. Ciência e Cultura, vol. 3, nº 4, pp. 302-303, dezembro 1951 (Resumo da comunicação à III Reunião Anual da SBPC, Belo Horizonte, 5 a 10 de novembro de 1951).
15. [1951d] (em colaboração com T. Bowen). The ionization loss of mu-mesons at relativistic energies in anthracene. Physical Review, vol. 83, nº 3, pp. 689-690, 1951.
16. [1952a] A unidade do saber humano em face dos problemas atuais. Revista Verbum, vol. 9, março de 1952, pp. 21-26.
17. [1952b] (em colaboração com T. Bowen). The response of anthracene scintillation crystals to high energy mu-mesons. Physical Review, vol. 85, nº 6, pp. 992-997, 1952.
18. [1952c] O microscópio eletrônico de emissão a frio. Ciência e Cultura, vol. 4, nº 3/4 julho/outubro, pp. 88-94, 1952.
19. [1953] (em colaboração com A. M. Hudson). Uniformity of pulse heights from a large area photomultiplier. Bulletin of the American Physical Society, vol. 28, nº 7, pp. 7-8, 1953. (Resumo)
20. [1954] (em colaboração com A. M. Hudson). Uniformity of Pulse Heights from a large-area photomultiplier. Physical Review, vol. 93, nº 4, pp. 941-942, 1954.
21. [1955a] Spectral emission of composite liquid phosphors, Science, vol. 121, nº 3153, pp. 806-808, 1955.
22. [1955b] Probleme grossflähiger Szintillationszähler. Acta Physica Austriaca, vol. 9, nº 3/4, pp. 297-323, 1955.

23. [1957a] Câmeras de ionização no Instituto de Física- Roser- Notícia de aquisição [Artigo] / A. Roser F. X. // Revista Ciência e Cultura. - São Paulo : [s.n.], 1957.
24. [1957b]Sobre o levantamento dos níveis radiométricos em certas regiões brasileiras [Artigo] / A. ROSER F X // Revista Ciência e Cultura. - Rio de Janeiro : [s.n.], 1957.
25. [1957 c]Sobre os levantamentos dos níveis radiométricos em certas regiões do Brasil [Seção do Livro] / A. Roser Francisco Xavier // Resumo das Comunicações IX Reunião Anual da SBPC / A. do livro (SPBC) Sociedade Brasileira para o Progresso da CIência. - Rio de Janeiro : Ciência e Cultura, 1957. - 3 : Vol. 9.

26. [1958a] Sobre a assimilação de isótopos radioativos naturais pelas plantas. Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 30, nº 3, pp. XXIV-XXV, setembro 1958 (Resumo).

27. [1958b] Sobre a natureza e a composição de partículas ativas provenientes de testes nucleares. Ciência e Cultura, vol. 10, nº 3, pp. 119-120, setembro 1958. (Resumo)
28. [1958c] (em colaboração com Thomas Lynch Cullen). On the intensity levels of natural radioactivity in certain selected areas of Brazil In Brasil. Comissão Nacional de Energia Nuclear – Radioactive products in the soil and in the atmosphere. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação, 1958, pp. 7-27.
29. [1958d] (em colaboração com Bernhard Gross e outros). On the nature and composition of long-range fallout. Proceedings of the 2nd United Nations International Conference for Peaceful uses of Atomic energy, vol. 18, pp. 575-578, 1958.
30. [1958e] (em colaboração com Bernhard Gross e outros). Beta Ray absorption curve of one particle of fallout products. In Brasil. Comissão Nacional de Energia Nuclear – Radioactive products in the soil and in the atmosphere. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação, 1958, pp.89-95.
31. [1958f] (em colaboração com Aron, Gross, S. Costa Riberio. A. C. Olinto). Fallout of high specificity particles, Acta Physica Austriaca, vol. 13, nº 2, pp. 187-195, 1958.
32. [1959] Sobre a assimilação de isótopos radioativos naturais pelas plantas, Anais da I Reunião Brasileira de Genética Humana, Curitiba: Laboratório de Genética, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade do Paraná, pp. 43-45, 1959.
33. [1960a] Sobre o equilíbrio entre a fase gasosa e a sólida dos elementos radioativos naturais a atmosfera. Ciência e Cultura, vol. 12, nº 2, pp. 52-53, junho 1960 (Resumo da comunicação apresentada à 12ª reunião Anual da SBPC, Piracicaba, 3 a 10 de julho de 1960.)
34. [1960b] Sobre a correlação entre a contaminação radioativa da atmosfera e os fatores meteorológicos. Ciência e Cultura, vol. 12, nº 2, p. 52, junho 1960 (Resumo da comunicação apresentada à 12ª reunião Anual da SBPC, Piracicaba, 3 a 10 de julho de 1960.)
35. [1961a] (em colaboração com A. E. Costa). Variações de concentração radioativa atmosférica com alguns parâmetros meteorológicos. Ciência e Cultura, vol. 13, nº 3, p. 132, setembro 1961 (Resumo).
36. [1961b] (em colaboração com Thomas Lynch Cullen). Níveis anômalos de radiação em algumas zonas radioativas do Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 33, nº 3/4, pp. XLV-XLVI, dezembro 1961. (Resumo).

37. [1961c] (em colaboração com A. C. O. Oliveira). Sobre a correlação entre a contaminação radioativa da atmosfera e os fatores meteorológicos. Revista Brasileira de Química, vol. 51, nº 302, p. 166, fevereiro 1961. (Resumo).
38. [1961d] Sobre o equilíbrio entre a fase gasosa e sólida dos elementos radioativos naturais na atmosfera. Revista Brasileira de Química, vol. 51, nº 302, p. 166, fevereiro 1961. (Resumo)
39. [1961e] (em colaboração com Thomas Lynch Cullen). Vista de conjunto sobre o fall-out no Rio de Janeiro de 1958 a 1961. Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 33, nº 3/4, pp. XLIV-XLV, dezembro 1961. (Resumo)
40. [1962a] (em colaboração com Thomas Lynch Cullen). Radiation levels in selected regions of Brazil. Rio de Janeiro: Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica, 16 págs.,1962.
41. [1962b] Radiation levels in selected regions of Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 34, nº 1, pp. 23-25, março 1962.
42. [1962c] (em colaboração com Thomas Lynch Cullen e Susana de Souza Barros). Resultados de Medidas da Contaminação Atmosférica no Rio de Janeiro. Ciência e Cultura, vol. 14, nº 3, p. 147, setembro 1962. (Resumo)
43. [1962d] (em colaboração com Thomas Lynch Cullen e Susana de Souza Barros). Medidas da quantidade de meteorito (RA-228) no corpo humano pelo método da exalação. Ciência e Cultura, vol. 14, nº 3, p. 147-148, setembro 1962. (Resumo)
44. [1962e] (em colaboração com Thomas Lynch Cullen). Environmental Radioactivity in high background areas of Brazil. Rio de Janeiro: Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica, 75 + 20 págs.,1962.
45. [1962f] (em colaboração com Thomas Lynch Cullen). Sodium iodide crystal dosimeter for use in surveys of regions of high background radiation. Science, vol. 138, nº 3537, p. 145-146, 1962.
46. [1963a] (em colaboração com Thomas Lynch Cullen). Sobre um levantamento das doses de irradiação na população de regiões naturalmente contaminadas, efetuado por meio de um novo tipo de dosímetro, Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 35, nº 3, p. XIV, 1963 (Resumo).
47. [1963b] (em colaboração com M. Eisenbud, H. Petrow, R. T. Drew, G. Kegel e T. L. Cullen). Naturally occurring radionuclides in foods and waters from the Brazilian areas of high radioactivity. Studies in the Brazilian regions of high natural radioactivity. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica, 35 págs., 1963.

48. [1963c] (em colaboração com G. Kegel e T. L. Cullen). Radiology of some high background areas of Brazil In Studies in the Brazilian regions of high natural radioactivity, (Roser, Cullen and Kegel eds.). Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica, pp. 1-21., 1963.
49. [1963d] (em colaboração com T. L. Cullen). External Radiation Levels in high background regions of Brazil In Studies in the Brazilian regions of high natural radioactivity, (Roser, Cullen and Kegel eds.). Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica, pp. 2-21., 1963.
50. [1964a] Science Education and the Humanities In Why Teach Physics – Based on discussions at the International Conference of Physics in General Education, Edited by Sanborn C. Brown, Norman Clarke and Jayme Tiomno. Cambridge (Mass.), The M.I.T. Press, pp. 21-22, 1964.
51. [1964b] (em colaboração com T. L. Cullen, G. H. Kegel, L. Hainberger, R. T. Drew). A study of artificial and natural radioactivity contamination in Brazil. Rio de Janeiro: Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica, 83 págs.,1964.
52. [1964c] (em colaboração com G. Kegel e T. L. Cullen). Radiogeology of some high background areas of Brazil In The natural radiation environment. Chicago: Chicago University Press, pp. 855-872, 1964.
53. [1965] (em colaboração com Eduardo Pena-Franca e outros). Status of investigations in Brazilian areas of high natural radioactivity. Health Physics, vol. 11, nº 8, pp. 699, 1965.
54. [1966a] A study of natural radioactivity in Brazil. Nuclear Science Abstracts, vol. 20, nº 24, pp. 5517, 1966. (Resumo)
55. [1966b] (em colaboração com T. L. Cullen). A study of natural radioactivity in Brazil. Rio de Janeiro: Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica, 101 págs.,1966.