

# Projeto de Organização de uma Escola de Física Apresentado à O.N.U em 1960

*José Leite Lopes*

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF  
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150  
22290-180 - Rio de Janeiro-RJ, Brasil

## Prefácio

É com satisfação que vemos reproduzida, na série “Documentos Históricos” do CBPF, a versão integral do Projeto de Criação de uma Escola de Física, elaborado pelo Professor JOSÉ LEITE LOPES, em 1960, quando era Diretor Científico deste Instituto. Este projeto foi apresentado à Comissão do Fundo Especial das Nações Unidas, pelo CBPF, neste mesmo ano.

O documento retrata as realizações e as aspirações do CBPF, nos seus primeiros onze anos de existência e a publicação deste documento, em 1995, é um convite a novas reflexões sobre a Educação Científica em nosso país.

Francisco Caruso  
Coordenador de Formação Científica

## Introdução

Na introdução seguinte resumimos os traços fundamentais do projeto de criação de uma Escola de Física a ser organizada e dirigida pelo Centro de Pesquisas Físicas (CBPF).

A Origem do Projeto - Nasceu o projeto de criação da Escola de Física no CBPF como consequência direta de seu crescimento e desenvolvimento.

O CBPF - entidade particular com personalidade jurídica foi fundado em 1949. Sua finalidade fundamental é a de realizar pesquisa científica e proporcionar treinamento especializado no domínio da física.

A soma de resultados conseguidos pelo CBPF é bem traduzida no grande conjunto de trabalhos originais publicados pelos seus pesquisadores e que têm aparecido nas mais importantes e conceituadas revistas científicas internacionais.

Dentro de um amplo programa de cooperação internacional o CBPF, desde a data de sua fundação, recebe ilustres visitantes que ministrando cursos especializados, ou participando de trabalhos específicos, muito têm contribuído para o desenvolvimento da física no Brasil. A colaboração internacional executada pelo CBPF estende-se a diversas universidades brasileiras e estrangeiras, especialmente a universidades latino-americanas. Graças a isto tem sido possível ao CBPF receber diversos e numerosos bolsistas estrangeiros cujo treinamento lhes tem possibilitado ocupar importantes cargos nas estruturas educacionais e científicas dos respectivos países.

O CBPF, desde 1950, tem um mandato universitário que lhe autoriza realizar diversos cursos reconhecidos pela Universidade do Brasil. Diferentes unidades desta mesma universidade mantêm, com a instituição, acordos de colaboração educacional ou de pesquisa científica.

Para a execução destas tarefas o CBPF dispõe de um avultado conjunto de instalações além de um ponderável contingente de pessoal científico.

As instalações do CBPF compreendem laboratórios de emulsões nucleares, de físico-química, de estado sólido, de rádio-química, raios cósmicos e um gerador em cascata, além de uma oficina mecânica de precisão e uma grande biblioteca especializada. Um departamento específico, o de ensino, controla e organiza as atividades educacionais.

Além dos pesquisadores no terreno experimental o CBPF conta com um núcleo numeroso e importante de físicos teóricos que constituem o maior grupo de especialistas no setor, na América Latina.

O pessoal científico do CBPF totaliza um conjunto de 22 professôres e 28 assistentes, além de grande número de bolsistas e estagiários.

A manutenção das atividades do CBPF é garantida pelo apóio estatal que recebe através de dotações orçamentárias do Ministério da Educação, do Conselho Nacional de Pesquisas e da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

O nível atingido pelas atividades do CBPF indica ser aconselhável expandí-las por intermédio de um programa de treinamento e educação de jovens graduados em física para aumentar o número de especialistas nacionais neste terreno. É deste ponto de vista que nasceu e se cristalizou o projeto de criação da Escola de Física.

As Finalidades do Projeto - O objetivo fundamental da criação da Escola de Física pode ser sintetizado em duas determinações básicas: a primeira é a de suprir - pelo menos parcialmente - algumas necessidades imediatas do especialistas em setores técnico-

científico de interesse industrial; a segunda é a de formar quadros categorizados para o incentivo e vitalização de centros educacionais.

As necessidades brasileiras de engenheiros - e de especialistas em Setores da física - são flagrantes e ineludíveis. A manutenção de ritmo de crescimento industrial está exigindo a formação bem mais rápida do que a que até agora tem sido possível de técnicos de nível elevado para a indústria. Esta carência é sensível em alguns setores específicos como eletrônica, instrumentação, espectroscopia e física dos sólidos.

A Escola de Física iria proporcionar aos graduados universitários em física, engenharia, engenharia química ou química a oportunidade de se especializarem nêstes ramos contribuindo, desta forma, para elevar o nível tecnológico da indústria nacional. Em alguns dêstes setores (física dos sólidos e instrumentação, por exemplo), a obra da Escola seria quase pioneira e constituiria, na verdade, um primeiro e importante passo para a sólida implantação destas técnicas no país.

Proporcionando técnicos para a indústria a Escola iria, também, contribuir para a realização de cursos de pós-graduação que, devido a motivos variados, até hoje não puderam ter uma existência regular na estrutura universitária brasileira. Complementando a ação tradicional da universidade - sôbre a qual, aliás, deverão estar baseadas as iniciativas educacionais no país - a Escola de Física propõe-se a uma ação cooperativa cujo êxito poderá constituir um ponderável impulso para a formação de especialistas nacionais e para o fornecimento de professores categorizados capazes de organizarem ou vitalizarem centros de ensino em outros estados da federação.

Descrição do Projeto - A Escola de Física seria uma parte integrante do CBPF a ele sujeita e por ele organizada e dirigida.

A Escola organizaria diversos cursos de especialização em física ou em técnicas especializadas da física quer no domínio experimental, quer no domínio teórico. Estes cursos seriam dados em nível de pós-graduação e estariam abertos aos diplomados pela Universidade em física, engenharia, engenharia química e química.

A Escola organizaria, também, cursos abertos a estudantes e destinados a formar técnicos especializados. Estes cursos, graças a uma programação flexível e adequada, seriam entrosados com os cursos de pós-graduação.

Inicialmente os cursos programados pela Escola seriam os de instrumentação, eletrônica, espectroscopia, física dos sólidos, física nuclear e física teórica. Os cinco primeiros teriam um caráter marcadamente experimental enquanto o último representaria um prolongamento e ampliação de uma linha já tradicional de ensino da física no país.

O grupo potencial de estudantes a que poderiam interessar tais cursos seria da ordem de mil por ano dos quais cêrca de um quinto poderia ingressar nos cursos de pós-graduação.

Os cursos da Escola seriam iniciados de acôrdo com um calendário que prevê a inauguração de dois (eletrônica e física teórica) no primeiro ano, de mais dois (instrumentação e física nuclear) no segundo, de um (espectroscopia) no terceiro e do de física dos sólidos no quarto ano. No quinto ano de funcionamento da Escola estariam funcionando os cinco cursos programados com uma frequência estimada da ordem de 175 alunos.

Dentro destas estimativas a previsão de alunos diplomados pela Escola nos cinco primeiros anos de funcionamento sobe a 290.

A organização da Escola implica na aquisição de equipamento para os laboratórios especializados e ao qual se adicionaria o equipamento já existente no CBPF.

O corpo docente da Escola seria constituído, em parte, pelo pessoal científico do CBPF e, na parte restante, por especialistas contratados no exterior. No total é previsível a necessidade de 31 professores-ano e 10 assistentes-ano estrangeiros para a execução integral do projeto.

Custo do Projeto e seu Financiamento - O custo do equipamento cuja aquisição é necessária eleva-se a US\$790.000,00.

Para a cobertura das despesas com a contratação de professores estrangeiros a estimativa do financiamento prevê uma necessidade de US\$390.000,00.

O financiamento pleiteado pelo projeto ao Fundo Especial da O.N.U. é, pois, da ordem de US\$1.180.000,00.

A parcela anterior cobriria apenas parte das despesas necessárias ao funcionamento da Escola. O restante seria coberto pela dotação orçamentária do CBPF que totalizaria pelo menos CR\$225.000.000,00 nos cinco anos iniciais de funcionamento da Escola.

Desenvolvimento Posterior do Projeto - Atingida uma fase de pleno funcionamento dos cursos programados, a Escola de Física estaria em condições de contribuir amplamente para a formação de especialistas em ramos importantes da tecnologia industrial. Com isto é possível esperar um apóio substancial das indústrias interessadas o que abriria novas possibilidades para ulteriores ampliações.

Ao lado disto, e levando em conta os interesses específicos da Universidade, a Escola poderia iniciar a organização de cursos de treinamento básico em física que viriam complementar ou ampliar as atividades das unidades universitárias. Dentro dêste espírito, a Universidade teria na Escola de Física um poderoso instrumento ancilar para conseguir uma estreita e proveitosa colaboração com a indústria nacional.

## **A Origem do Projeto**

O projeto de organização de uma Escola de Física dirigida e pertencente ao Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas deriva, unívocamente, das próprias necessidades de seu crescimento, espelhado e especificado no resumo seguinte.

O Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (C.B.P.F.) foi fundado em 15 de janeiro de 1949 por um grupo de homens de ciência e intelectuais brasileiros, constituído pelo ministro João Alberto Lins de Barros – seu primeiro presidente – e pelos professores Cesar Lattes, José Leite Lopes, Leopoldo Nachbin, Hervásio Guimarães de Carvalho, Francisco Mendes de Oliveira Castro, Jayme Tiomno, Gabriel Fialho e vários outros.

O C.B.P.F. é organizado como sociedade civil, com personalidade jurídica própria, sem fins lucrativos e destinada, principal e fundamentalmente, à pesquisa científica e ao ensino especializado da física e de outras disciplinas ligadas diretamente a êste domínio.

Os trabalhos científicos e técnicos realizados no C.B.P.F. – cuja relação completa, ou quase completa, consta no anexo I – eleva-se a cêrca de 150 obras originais e são publicados regularmente em revistas internacionais de elevado prestígio como “The Physical Review”, “Il Nuovo Cimento”, “Nuclear Physics”, “Nature”, “Review of Scientific Instruments”, “Proceedings of the Physical Society”, “Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry”, “Transactions of the Philosophical Society”, “Journal de Chimie Physique et le Physico-Chimie Biologique”, “Journal of Geophysical Research”, “Proceedings of the

Royal Society”, além de várias outras.

O C.B.P.F. edita, regularmente, as “Notas de Física” onde são publicados, sob forma de “preprints”, os trabalhos de seus pesquisadores. Já está em curso a publicação do volume VI destas notas.

Além disto edita o C.B.P.F. monografias de física para uso de estudantes graduados.

O conteúdo das publicações originais no C.B.P.F. é extenso e cobre uma grande variedade de problemas envolvendo questões de partículas elementares, raios cósmicos, emulsões nucleares, física teórica, foto-fissão, contaminação radioativa atmosférica, etc. (vêr anexo I).

Dentro de um amplo programa de colaboração internacional o C.B.P.F. tem recebido, desde a data de sua fundação, um grande número de eminentes personalidades científicas que orientaram cursos especializados, participaram de seminários e conferências ou de trabalhos específicos. Entre os visitantes ilustres merecem uma citação especial os professores Anderson, H.L. (University of Chicago), De Benedetti S. (Carnegie Institute of Technology), Balseiro, J.A. (Univ. S. Carlos de Bariloche), Bergstrom, I. (Nobel Institute, Stockholm), Feynman, R.P. que esteve três vezes no Centro, uma delas o ano de 1951 - 1952 (California Institute of Technology), Hepp, G. (Philipps Research Laboratory), Lundy, A. (Univ. Oslo), Marshall, J. (Univ. of Chicago), Marshall, L. (Univ. of Chicago), Miller, R. (Univ. of Chicago), Molière, G. (Max Planck Institute Goettingen), Monteiro, A.A. (Univ. Bahia Blanca), Murnaghan, F.D. (Johns Hopkins University), Occhialini, G.P.S. (Centre de Physique Nucléaire de Bruxelles), Oppenheimer, J.R. (Inst. for Advanced Study, Princeton), Prowse, D.J. (Univ. of California), Rabi, I., Prêmio Nobel (Columbia Univ.), Rosenfeld, L. (Univ. of Manchester), Roederer, J. (Comission Nacional de Energia Atômica Argentina), Schwarz, R. (Univ. Chicago), Segré, E., Prêmio Nobel (Univ. of California), Schein, M. (Univ. of Chicago), Wataghin, G. (Univ. de Torino), Weyl, P. (Univ. of Chicago), Witt, Cecile Morette (École d'Été de Physique Théorique, France).

O C.B.P.F. tem participado de diferentes conferências internacionais que se realizaram no Rio. Em 1952 contribuiu com vários trabalhos para o Simpósio sobre Novas Técnicas de Pesquisas Físicas e que foram publicados nos respectivos “Proceedings”.

Em julho de 1960 o C.B.P.F. foi sede da Escola Latino-Americana de Física a que compareceram diversos professores estrangeiros entre os quais Yang, C.N. Prêmio Nobel - (Institute for Advanced Study, Princeton), Wataghin, G. (Univ. de Torino), Puppi, G. (Univ. de Bologna), Guérin, F. (Univ. de Paris), além de outros. Desta Escola participaram cerca de 70 físicos dos quais 20 estrangeiros e os restantes de diferentes estados do país. A Escola teve duração de 6 semanas compreendendo cursos e seminários cujos programas vão em anexo.

Desde 1950 o C.B.P.F. está em colaboração com a Universidade Mayor de San Andrés (La Paz, Bolívia). Esta cooperação começou pela instalação de um laboratório destinado ao estudo de raios cósmicos no pico de Chacaltaya, a 5.300 metros de altitude, na cordilheira dos Andes, nas vizinhanças de La Paz. A construção e a montagem do laboratório foi feita em conjunto pela Universidade e pelo C.B.P.F. que estabeleceram um acôrdo (dezembro de 1950) para a realização de trabalhos em comum. Este acôrdo prevê a concessão de bolsas de estudos pelo C.B.P.F. e estudantes bolivianos além de outros encargos específicos de natureza técnico-científica. Uma parte importante do pessoal do

laboratório formou-se assim no Rio.

Em 1951, o C.B.P.F. assinou um acôrdo de assistência técnica com a UNESCO que lhe permitiu a contratação de diversos pesquisadores como G. Occhialini, G. Molière, U. Camerini e G. Hepp.

Com a Universidade de Chicago o C.B.P.F. tem um acôrdo de colaboração científica que já permitiu a instalação de uma câmara de Wilson no laboratório de Chacaltaya.

Ainda no terreno da cooperação internacional o C.B.P.F. tem um acôrdo com a Universidade de Buenos Aires e mantém trocas e relações científicas com diversas universidades estrangeiras como a de Turin, Bolonha, Milão, Manchester, Birmingham, Utrecht, California, Austrália, México, Imperial College of London, Laboratoire de Saclay, etc.

A União Internacional de Física Pura e Aplicada considera o C.B.P.F. como a sua Comissão Nacional no Brasil.

As relações do C.B.P.F. com as organizações de pesquisa e ensino do Brasil são várias em sua natureza e multilaterais em seus aspectos.

A Universidade do Brasil, em agosto de 1950, conferiu ao C.B.P.F. um mandato universitário que lhe permite realizar cursos não só no nível universitário como no nível de pós-graduação.

A colaboração científica do C.B.P.F. é estendida às seguintes instituições nos mais variados terrenos de pesquisa: Instituto Oswaldo Cruz, Departamento Nacional de Produção Mineral, Escola Nacional de Engenharia, Faculdade Nacional de Filosofia, Escola Nacional de Química, Escola Técnica do Exército, Diretoria de Estudos e Pesquisas Tecnológicas do Exército, Diretoria de Eletrônica da Marinha, Força Aérea Brasileira, Instituto Tecnológico da Aeronáutica de São José dos Campos, Universidade do Recife, Universidade de Minas Gerais, Universidade de São Paulo, Instituto de Física Teórica de São Paulo, Instituto de Energia Atômica de São Paulo, Instituto de Matemática Pura e Aplicada do Rio de Janeiro, Instituto Nacional de Tecnologia, Instituto de Biofísica do Rio de Janeiro, etc.

O C.B.P.F. conseguiu, provavelmente, formar nos últimos anos mais pesquisadores de física do que qualquer outra instituição da América Latina. Alguns destes pesquisadores já ocupam posições importantes em Universidades nacionais ou estrangeiras.

Dêsde 1950 até hoje foram concedidas pelo C.B.P.F. cêrca de 100 bolsas a estudantes brasileiros e 13 a estudantes provenientes da Argentina, Bolívia, Estados Unidos e Perú (anexo III).

O C.B.P.F. concede, sistemáticamente, bolsas aos mais destacados alunos dos cursos de física da Faculdade Nacional de Filosofia ou a alunos de outras unidades universitárias que estejam interessados em física ou domínios correlatos. Graças a um acôrdo existente entre a Faculdade Nacional de Filosofia e o C.B.P.F. os trabalhos realizados pelos estudantes bolsistas no C.B.P.F. têm valor universitário e são englobados nos respectivos cursos regulares.

## Organização do C.B.P.F.

A organização do C.B.P.F., na estrutura técnico-científica, é a seguinte:

### 1 - Departamento de Física Experimental

1.1) Laboratório de Emulsões Nucleares, equipado com cerca de duas dezenas de microscópios especiais além de aparelhamento para preparação e revelação de emulsões nucleares. Os trabalhos realizados no Laboratório se referem à análise de emulsões expostas ao acelerador de Berkeley e das emulsões que foram expostas a 120.000 pés de altura pelo grupo de raios cósmicos da Universidade de Chicago. Este Laboratório colabora com os grupos do betatron e do gerador van de Graaff da Universidade de São Paulo.

1.2) Laboratório do Gerador Cockroft Walton, instalado na Escola Técnica do Exército e cujo principal equipamento é um acelerador de cascata tipo Cockroft Walton, de construção da Societé Philipe (Eindhoven) montado no C.B.P.F. O acelerador pode produzir um feixe de até 1,2 MeV mas apenas cerca da metade está em funcionamento.

O Programa de trabalho do gerador, cuja montagem foi recém terminada, prevê o estudo de reações de elementos leves para a obtenção de raios gama e de neutrons. A finalidade principal, porém, será a de formar pesquisadores com experiência nos problemas de aceleradores para permitir a eficiente utilização de um grande acelerador a ser adquirido em futuro.

1.3) Laboratório de Física do Estado Sólido. É um laboratório inaugurado há pouco onde se começa a trabalhar utilizando isótopos radioativos no estudo de fenômenos de superfície.

Cogita-se de montar um acelerador de 3 MeV para estudar o efeito de radiações em sólidos.

1.4) Laboratório de Raios Cósmicos. Tem colaborado com a Universidade Mayor de San Andrés, La Paz, Bolívia.

Atualmente estuda a variação diária da radiação cósmica, operando um monitor de neutrons com colaboração internacional iniciada no Ano Geofísico Internacional.

Em todos os seus laboratórios o Departamento de Física Experimental conta com 7 professores e 10 assistentes.

2 - Departamento de Física Química - Dispõe de um laboratório especializado cuja principal linha de trabalho é o estudo de fenômenos físico-químico nas emulsões e de fenômenos de fissão espontânea.

3 - Departamento de Química Nuclear - Conta com um equipamento especializado para realizar espectroscopia nuclear e onde trabalham dois professores e quatro assistentes.

A primeira série de trabalhos do Departamento foi a de Análise de isótopos radioativos na atmosfera e na água da chuva. Esta linha foi, ultimamente, abandonada

devido à contaminação atmosférica das explosões nucleares. Atualmente o Laboratório está trabalhando na separação de radioisótopos por meio de resinas, no estudo da eletroquímica de compostos radioativos e em diferentes técnicas analíticas com rádio-isótopos.

- 4 - Departamento de Física Teórica - É onde se congrega o maior grupo de Física teórica da América Latina. Compreende três professores titulares, quatro professores associados e 12 assistentes. O Departamento tem investigado problemas da física nuclear, da teoria de partículas elementares, teoria dos campos, teoria da antena e problemas do estado sólido. É um departamento com uma grande soma de trabalhos publicados conforme é evidente na lista de publicações anexa.

Departamento de Matemática - Este departamento congrega um pequeno grupo de especialistas que realizam pesquisas específicas ou em colaboração com os outros departamentos do C.B.P.F. O Departamento organiza, também, cursos especializados, recebe bolsistas e já contribuiu, ponderavelmente, para ajudar os matemáticos de diversos centros brasileiros como Recife, Ceará, Pôrto Alegre, etc.

Os laboratórios que constituem os Departamentos acima citados estão instalados em três edifícios independentes que totalizam uma área edificada de 2.365 metros quadrados. Está em vias de construção um novo edifício para o C.B.P.F. cuja área será de 1.800 metros quadrados.

O valor do equipamento científico do C.B.P.F. atinge a soma nominal de 50 milhões de cruzeiros que está longe, porém, de representar sua intrínscita valorização.

O C.B.P.F. conta com importante biblioteca especializada que, depois de destruída por um incêndio em 1959 está em acelerado ritmo de reconstrução, graças à colaboração do Governo Brasileiro, da Fundação Ford, da UNESCO e de vários países, além da A.I.E.A.

Além dos Departamentos anteriores, cuja função principal é a de pesquisa, o C.B.P.F. mantém um Departamento de Ensino encarregado de organizar cursos e ministrar ensinamento básico em física geral e experimental, com a colaboração do corpo científico do Centro.

O Departamento conta com um Laboratório Didático que é utilizado pelos alunos da Faculdade Nacional de Filosofia, além de estagiários e bolsistas de outras escolas. Ainda neste Laboratório é realizado um curso de Eletrônica e a parte experimental de física atômica e nuclear do Curso de Engenharia Nuclear da Escola Nacional de Engenharia. Frequentam o Laboratório cêrca de 80 estudantes.

## **Pessoal Científico**

O pessoal científico do C.B.P.F. conta com mais de dez professores que obtiveram o grau de doutor (Ph. D) em renomadas instituições e universidades tais como Princeton, M.I.T., Birmingham (Inglaterra), Columbia, Berkeley.

Após um período de estágio no C.B.P.F. com bolsa de estudos, os jovens bem dotados são admitidos como Instrutores, quando se iniciam na pesquisa científica e realizam estudos graduados. A promoção aos escalões superiores de 3<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 1<sup>o</sup> assistente pressupõe

sempre a publicação de trabalhos de pesquisa sob a orientação de um professor associado ou de um professor titular.

O C.B.P.F. tem estimulado o licenciamento de assistentes para que em universidades e institutos do exterior, avancem em suas pesquisas, completem a sua formação e obtenham o grau de doutor. Após o regresso, os jovens que realizaram essa etapa e que tenham demonstrado capacidade e iniciativa de pesquisar independentemente, são promovidos a professor associado.

Em cada caso, a promoção é feita com base no curriculum vitae dos pesquisadores e após minucioso estudo pelo Conselho Técnico-Científico.

A promoção a Professor Titular depende de estudo feito por uma comissão especial designada pelo Conselho Técnico Científico, e o parecer deve ser aprovado por este Conselho, pelo Conselho Geral e pela Diretoria do C.B.P.F.

Em todos os escalões, o pessoal científico tem também funções didáticas colaborando nos cursos de formação e nos cursos pós-graduados, orientados pelos professores titulares ou associados, sob a coordenação do Departamento de Ensino.

Os seguintes cursos são oferecidos:

1. Eletrônica (com laboratório)
2. Mecânica e Calor (com laboratório)
3. Eletricidade e Ótica (com laboratório)
4. Teoria Eletromagnética
5. Física Atômica (com laboratório)
6. Mecânica Quântica Elementar, Cursos pós-graduados têm sido oferecidos sobre Mecânica Quântica, Eletrodinâmica Quântica, Física Nuclear, Teoria dos Campos, Partículas elementares, Mecânica Estatística, Física dos Sólidos, Cálculo Avançado, Álgebra, Funções Analíticas, Equações Diferenciais, Métodos Matemáticos da Física.

## **Apoio Governamental**

O C.B.P.F. conta com o apoio de diversos organismos governamentais que contribuem substancialmente para a manutenção de suas atividades.

O Estado brasileiro presta assistência direta ao C.B.P.F. através de dotações orçamentárias em diferentes escalões. O ministério da Educação concede-lhe verba anual de 35 milhões de cruzeiros. O Conselho Nacional de Pesquisas, subordinado diretamente à Presidência da República, outorga-lhe uma subvenção anual de 10 milhões de cruzeiros.

Outro órgão governamental que vem financiando o C.B.P.F. é a Comissão Nacional de Energia Nuclear que tem contribuído para a aquisição de equipamento especializado e para o pagamento de bolsistas.

Graças a esta assistência estatal, o C.B.P.F. consegue manter o alto nível de produtividade e o elevado padrão científico que caracteriza a sua atuação.

## ANEXO II ESCOLA LATINO AMERICANA DE FÍSICA

### A INSTITUIÇÕES PATROCINADORAS

Conselho Nacional de Pesquisas do Brasil, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Academia Brasileira de Ciências, Comissão Nacional de Energia Nuclear do Brasil, Campanha de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), União Pan Americana, UNESCO, Universidade de Paris, Fundação Nacional de Ciências dos Estados Unidos e as Universidades e os Conselhos de Pesquisa que enviaram participantes a esta Escola.

### B FÍSICOS PARTICIPANTES

INSTITUTE FOR ADVANCED STUDY, Princeton, U.S.A.

C.N. Yang

INSTITUTO DE FÍSICA “A. RICHI”, Bologna, Itália

Giampietro Puppi

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, U.S.A.

Adam M. Bincer, Berkeley

Stevan Frautschi, Berkeley

Joseph V. Lepore, Berkeley

Igor Alexandrov, Los Angeles

UNIVERSITY OF ILLINOIS, U.S.A.

Alfred O. Hansen

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN MARCOS, Lima, Peru

Antero Bueno

UNIVERSIDADE DO CHILE, Santiago, Chile

Alex Trier

UNIVERSIDADE NACIONAL AUTONOMA DO MEXICO, México

Francisco Medina

Thomas A. Brody

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA, México

Mariano Bauer

UNIVERSIDADE DE PARIS, FACULDADE DE CIÊNCIAS, Orsay, França

Françoise Guérin

UNIVERSIDADE DE BUENOS AIRES, FACULDAD DE CIÊNCIAS, Argentina

Juan José Giambiagi  
Andrés José Kalnay  
Cecília Mossin Kotin

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA, Argentina

Emma Perez Ferreira  
José Litvak (Univ. de Buenos Aires)  
Santos Mayo

UNIVERSIDADE NACIONAL DE LA PLATA, Argentina

Romulo Eloy Ballesterio

INSTITUTO DE FÍSICA TEÓRICA, São Paulo – Brasil

Paulo Leal Ferreira  
Jorge Leal Ferreira  
Abraaham H. Zimerman  
Silvestre Ragusa  
Paulo Roberto de Paula e Silva  
J. Osada  
T. Mijazima  
Gerhard W. Bund  
D. Ito

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS – UNIV. DE S. PAULO –  
Brasil

Oscar Sala  
José Goldemberg  
Walter Schutzer  
Luiz Carlos Gomes  
Ernest W. Hamburger  
Claudio Zaki Dib  
Amelia Hamburger  
Franca Tagliabue  
Wiktor Wajutal  
Elly Silva  
Jorge André Swieca  
Tioka Fusikava

ESCOLA POLITÉCNICA – UNIVERSIDADE DE S. PAULO – Brasil

Arnaldo A.N. Antunes

INSTITUTO TECNOLÓGICO DA AERONÁUTICA, S. José dos Campos, Brasil

Celso de Queiroz Orsini  
Yutse Chow  
Waldez Alves da Cunha

Luiz Felipe Perret Serpa  
Fernando de Mello Comide

INSTITUTO DE PESQUISAS RADIOATIVAS – UNIVERSIDADE DE M. GERAIS  
– Brasil

Marcio Quintão Moreno  
Harry Gomes

ESCOLA DE ENGENHARIA – UNIVERSIDADE DO RECIFE - Brasil

Romulo Maciel  
José de Queiroz Machado

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS – UNIV. DO RIO CLARO  
– Brasil

Germano Braga Rego  
Heitor Gurgulino de Souza  
Guy Ribeiro de Andrada

INSTITUTO DE FÍSICA – UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE DO SUL – Brasil

Fernando Claudio Zawislak  
Darcy Dillenburg  
Th. Maris  
Gerhard Jacob

UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO – Brasil

Ignácio Cantarell Costilla  
Bernhard Gross (Instituto Nacional de Tecnologia)

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR – Brasil

Roberto Costa  
Mauricio Grinberg

CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, Rio de Janeiro – Brasil

Gleb Wataghin (Universidade de Turin)

Guido Beck  
José Leite Lopes  
Jayme Tiomno  
Jacques Danon  
Gabriel Fialho  
André Wataghin  
Georges Schwachheim  
Neusa Margem  
Ema Wanda Cybulska  
Lêda Araujo de Moura  
Samuel Mac-Dowell

Alberto Vidal (a Universidade de Trujillo, Peru)  
Humberto Daniel Mechetti Baldi  
Jorge Américo Sussmann  
José de Lima Acioli  
Nicim Zagury  
Antonio Luciano Leite Videira  
Prem Prakash  
Colber Gonçalves de Oliveira  
Carlos Alberto Heras  
José W. Bautista Vidal  
Joaquim Jeronymo de Moura Filho  
Carlos Marcio do Amaral  
Micheline Levi  
Ivone de Almeida

## ESCOLA LATINO AMERICANA DE FÍSICA CURSOS REALIZADOS

- I** – The many body problem  
C.N. Yang, Institute for Advanced Study, Princeton, N.J.
- II** – Low energy interaction of gamma rays with nuclei  
J. Goldemberg and A.O. Hanson  
University of São Paulo and University of Illinois
- Reactions with polarized particles  
O. Sala, University of São Paulo
- III** – High energy interactions of photons, pions, nucleons and strange particles  
G. Puppi, University of Bologna.
- IV** – Theory of strange particles  
J. Tiomno, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro.

## SEMINÁRIOS

Foram realizados quinze seminários com a participação dos físicos da Escola Latino Americana de Física.

**ANEXO III**  
**BOLSISTAS ESTRANGEIROS NO CENTRO BRASILEIRO**  
**DE PESQUISAS FÍSICAS**

**A - ARGENTINA**

Cecília Mossin Kotin  
D. Amati  
A. Sirlin  
E. de Mathov  
J. Iribarne  
Liliana Tamborini  
Carlos A. Heras  
Andrés Kalnay  
Humberto Mechetti

**B - BOLIVIA**

J. Hersil  
Oscar Troncoso Lozada  
Magin Zubieta  
Juan Lazo  
Raul Weil  
E. Maldonado  
Carlos Uria  
Roberto Romera  
Eduardo Zubieta

**C - ESTADOS UNIDOS**

Charles W. Dubs  
J.P. Davidson

**D - PERU**

Alberto Vidal Carrión

**E - ALEMANHA**

H. Joos

**DIRETORIA DO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS**

Presidente: General Edmundo de Macedo Soares e Silva  
Vice-Presidente: Professor A.J. da Costa Nunes

Diretor Científico: Professor J. Leite Lopes  
Diretor Executivo: Dr. José de Machado Faria  
Consultor Jurídico: Dr. Ebert Chamoun  
Secretário Geral: Sr. Nelson Lins de Barros

## PESSOAL CIENTÍFICO DO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

### Departamento de Física Experimental

Cesar Lattes	- Prof. Titular	
Ugo Camerini	- Prof. Titular	(em licença na Univ. de Wisconsin)
Elisa Frota Pessoa	- Prof. Associado	
Roberto Aureliano Salmeron	- Prof. Associado	(em licença no CERN)
Georges Schwachheim	- Prof. Associado	
Neusa Margem	- 1 <sup>o</sup> Assistente	
Alfredo Marques de Oliveira	- 1 <sup>o</sup> Assistente	(em licença com bolsa na Univ. de Manchester)
Joaquim Jeronymo M. Filho	- 2 <sup>o</sup> Assistente	
Eugênio Lerner	- 2 <sup>o</sup> Assistente	
Fernando de Souza Barros	- 3 <sup>o</sup> Assistente	(em licença na Univ. de Manchester regressando em Outubro 1960).
Anna Maria Freire Endler	- 3 <sup>o</sup> Assistente	(em licença com bolsa na Univ. de Bonn)
Délia Valério Ferreira	- 3 <sup>o</sup> Assistente	(em licença com bolsa no University College) de Londres
Lêda de Araujo Moura	- 3 <sup>o</sup> Assistente	
Ricardo Palmeira	- 3 <sup>o</sup> Assistente	(em licença no M.I.T. regressando em setembro de 1960).
Antonio José D.A. Amarante	- Bolsista	
Hélio N. Severo Leal	- Bolsista	
Danilo Marcondes	- Bolsista	

Departamento de Física Teórica

Guido Beck	– Prof. Titular	
José Leite Lopes	– Prof. Titular	
Jayme Tiomno	– Prof. Titular	
Gabriel E. de Almeida Fialho	– Prof. Associado	
Luiz Carlos Gomes	– Prof. Associado	(em licença na Univ. de S. Paulo)
Samuel W. Mac-Dowell Netto	– Prof. Associado	
Herch Moyses Nussenzveig	– Prof. Associado	(em licença com bolsa no Instituto de Física de Utrecht regressando em Outubro de 1960).
Colber Gonçalves de Oliveira	– 1 <sup>o</sup> Assistente	
Prem Prakash Srivastava	– 1 <sup>o</sup> Assistente	
José de Lima Acioli	– 2 <sup>o</sup> Assistente	
Carlos Marcio do Amaral	– 2 <sup>o</sup> Assistente	
Erasmio Madureira Ferreira	– 2 <sup>o</sup> Assistente	(em licença com bolsa no Imperial College de Londres, devendo regressar em dezembro de 1960)
Alceu G. de Pinho Filho	– 2 <sup>o</sup> Assistente	(em licença com bolsa no Centro de Estudos Nucleares de Saclay-Paris)
Michael Malogolowkin	– 2 <sup>o</sup> Assistente	
José Walter Bautista Vidal	– 3 <sup>o</sup> Assistente	
Antônio Luciano Leite Videira	– 3 <sup>o</sup> Assistente	
Nicim Zagury	– 3 <sup>o</sup> Assistente	

Departamento de Matemática

Leopoldo Nachbin	– Prof. Titular	
Francisco M. Oliveira Castro	– Prof. Titular	
Maria Laura M. Leite Lopes	– Prof. Associado	(em licença)
Lindolpho de Carvalho Dias	– 1 <sup>o</sup> Assistente	
Luiz Adauto da Justa Medeiros	– 1 <sup>o</sup> Assistente	
Alberto C.P. Azevedo	– 2 <sup>o</sup> Assistente	
Seregej Lebedeff	– 3 <sup>o</sup> Assistente	

Departamento de Ensino

Jayme Tiomno	– Prof. Titular	
Paulo Emidio Barbosa	– Prof. Associado	(em licença na Escola Nacional de Química)
Horácio C.M. Macedo	– Prof. Associado	
Solange M.C. de Barros	– 3 <sup>o</sup> Assistente	

Departamento de Química Nuclear

Luiz Marquez y Bajos – Prof. Titular (em licença no Centro de Estudos Nucleares de Saclay)

Neyla Leal da Costa – 1<sup>o</sup> Assistente

Ivone G. Almeida – 2<sup>o</sup> Assistente

Ewa Wanda Cybulska – 2<sup>o</sup> Assistente

Divisão de Estado Sólido

Jacques Abulafia Danon – Prof. Titular

Micheline Claire Levi – 2<sup>o</sup> Assistente

Departamento de Físico-Química

Hervásio Guimarães de Carvalho – Prof. Titular (em licença na Univ. de Napoles)

Arthur Gerbasi da Silva – 2<sup>o</sup> Assistente (em licença com bolsa no M.I.T.)

## 2 – AS FINALIDADES DO PROJETO

O presente projeto é o da organização de uma entidade destinada à educação, em nível superior, da física e ciências correlatas. Esta organização, a Escola de Física, constituirá parte integrante do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e será por êle dirigida e supervisionada.

Pela sua atividade e pelos resultados desejados, a Escola de Física pretende atingir um duplo objetivo: o primeiro é o da formação de especialistas qualificados em alguns ramos da física que apresentam interêsse para o desenvolvimento técnico-científico do país. O segundo é o de oferecer a jovens graduados a oportunidade de seguirem cursos de pós-graduação que permitam sejam aproveitados em atividades industriais ou em pesquisa científica.

Estes dois objetivos inserem-se em algumas lacunas que já existem e se ampliam na estrutura educacional brasileira. A análise destas lacunas pode ser feita sob o prisma das necessidades mediatas de especialistas para a indústria e sob o aspecto da formação de quadros categorizados para a vitalização de novos centros educacionais.

Necessidades Brasileiras em Engenheiros – A formação de engenheiros no país é deficiente em número e, em certo sentido, em qualidade.

A eficiência pode se traduzir – com as evidentes limitações de um índice social de caráter puramente quantitativo – na relação entre o número de engenheiros economicamente ativos no país e o número de assalariados. No Brasil esta relação é de ordem de um engenheiro para cada 1500 assalariados enquanto em um país industrialmente desenvolvido a relação é de um para 500.

É interessante frisar que o índice anterior é destorcido pela grande fração dos engenheiros economicamente ativos e que só trabalham em construção civil onde, não raro, exercem apenas cargos de natureza administrativa. Será difícil apresentar uma estimativa de alta confiança para a importância desta fração. Não será, porém, muito irrazoável, tendo em vista a absorção dos recém-formados em engenharia, admitir que no mínimo

um terço dos engenheiros economicamente ativos esteja atuando na construção civil. Isto modificaria o índice anterior para cerca de 4500 assalariados para cada engenheiro técnico industrial.

Tal índice traduz uma carência alarmante de especialistas em engenharia. Para atingir um nível razoável seria necessário duplicar e a curto prazo, o número de profissionais engajados nestas atividades.

A situação é, porém, um pouco mais crítica quando encarada dentro de panorama dinâmico da evolução industrial do país. O parque fabril brasileiro tem atingido níveis bastante altos de crescimento que implicam em uma transferência de mão de obra dos setores primários para os setores secundários mais especializados. Assim sendo, o agrupamento de especialistas para a indústria deverá não só satisfazer às necessidades futuras. Um índice conveniente para medir estas necessidades será o de analisar a fração da população do país capaz de exercer atividades especializadas em engenharia.

Para o Brasil, tal índice é o de um engenheiro diplomado (não necessariamente trabalhando em engenharia) para cada 2.000 habitantes enquanto nos Estados Unidos ou União Soviética é da ordem de um engenheiro para cada 1000 habitantes.

Seria falso, é evidente, pretender que o índice anterior traduza, em toda sua complexidade, as necessidades dos técnicos especialistas no Brasil. A comparação de países com estrutura econômica diferente e com toda uma tradição histórica específica, torna perigosa, senão falsa, a extrapolação. Sem dúvida, porém, o índice reflete de maneira muito geral e muito flexível, uma grande carência de especialistas, quer para atender às necessidades presentes, quer para atender às futuras exigências.

Diversas estimativas têm sido feitas – na base de modelos mais ou menos discutíveis – para fixar o quantum necessário de engenheiros no país. Todas, apesar das diferentes premissas, concordam em assinalar a urgente necessidade de um estímulo enérgico para a elevação do número de engenheiros especializados. Citamos, apenas a título de exemplo, uma estimativa apresentada em recente conferência de industriais e professores universitários que sugeria a necessidade de um aumento de 80% para que o Brasil tivesse o mesmo ritmo de desenvolvimento dos Estados Unidos na década inicial do século.

Necessidades Específicas em Alguns Ramos – Analisando o problema dentro de um aspecto mais restrito – que é pertinente à Escola projetada – alguns ramos industriais, ou melhor, algumas técnicas especializadas, apresentam uma carência grande de físicos ou engenheiros ou a administração, ainda em maior escala, em futuro próximo.

A Escola não pretende, resolver tal carência de maneira geral, mas somente aliviá-la em alguns setores. São êles: a eletrônica, a construção de aparelhos de precisão, a física dos sólidos e a física nuclear. As razões que levaram à escolha destas especialidades podem ser resumidas da seguinte maneira:

O desenvolvimento da indústria eletrônica e de aparelhos elétricos no país tem sido rápida nos últimos anos. É uma indústria nova que vem absorvendo, na sua totalidade os especialistas formados por diversos cursos já em funcionamento. Tais cursos, em sua maioria, são de nível intermediário. Em nível superior funcionam os cursos da Escola Técnica do Exército e do Instituto Técnico da Aeronáutica, que formam cerca de 50 especialistas anualmente. Com a designação de curso de engenharia eletrônica funciona apenas um com uma matrícula de ordem de 100 alunos.

Paralelamente a êstes existem os de engenharia eletricista que totalizam 9 cursos no

país com uma frequência de 700 alunos.

A formação de especialistas neste terreno é passível, pois, de uma forte ampliação. Tanto mais que a instalação de técnicas de controle industrial e automação de processos fabris e a instalação de computadores eletrônicos aumentarão ainda mais a demanda latente de especialistas. As perspectivas de ocupação destes neste terreno são, portanto, das maiores e mais amplas.

A segunda especialidade que a Escola incentivaria é a da construção de aparelhos de precisão quer elétricos, quer óticos ou mecânicos.

O setor industrial correspondente, no país, é ainda embrionário. Há uma pequena indústria de instrumentos óticos de precisão e algumas fábricas de instrumentos elétricos para medidas usuais. A totalidade do equipamento técnico de medida mais elaborada é importada assim como vem do estrangeiro a esmagadora maioria do equipamento científico.

A formação de especialistas no setor de instrumentação viria incentivar a criação de indústria capaz de contribuir para uma substancial economia de divisas empregadas na importação de equipamento especializado.

Os cursos de espectroscopia e de física dos sólidos viriam fazer quase um trabalho pioneiro no setor. Ambos estão ligados a uma série de indústrias cujo nível técnico está exigindo a presença de um físico especialista.

Como técnica geral a espectroscopia iria servir às indústrias metalúrgicas e mecânicas, à indústria de petróleo e derivados, à indústria farmacêutica e de produtos químicos. Atualmente a formação de especialistas qualificados neste domínio é inteiramente ocasional pois em nenhuma unidade de instrução superior são dados regularmente cursos especializados no assunto.

À física dos sólidos está associada característica idêntica. A obra pioneira da Escola seria marcante pois mesmo no terreno de pesquisa científica poucos são os especialistas que trabalham no Brasil no assunto. As necessidades industriais se bem que não sejam agudas já se fazem sentir e o curso programado iria estimular os setores ligados à metalurgia, à fabricação de semi-condutores, à análise e propriedades de ligas metálicas etc.

O curso de física nuclear responderia a uma atividade de vanguarda que se está implantado no país. Funcionam no Rio dois cursos de engenharia nuclear que já formaram um pequeno grupo de especialistas. A Comissão Nacional de Energia Nuclear está fortemente interessada na extensão de tais cursos de maneira a dispôr de grande número de técnicos para seus planos de desenvolvimento da produção de energia atômico-elétrica.

O caráter de pós-graduação dos cursos da Escola cobriria uma lacuna na estrutura universitária. Ao mesmo tempo, a associação desta forma com cursos que oferecem perspectivas de aproveitamento qualificado na indústria, ou na pesquisa científica torná-los-ia mais atrativos para os graduados na universidade.

Circunstâncias diversas impediram até hoje que as universidades brasileiras oferecessem aos graduados, sistematicamente, cursos de nível mais elevado após a formatura. Em física, por exemplo, apesar de um desenvolvimeto apreciável no terreno da física teórica há apenas a possibilidade de se conseguir em média um doutoramento por ano nos dois maiores centros, Rio e São Paulo.

Esta situação decorre de dois conjuntos de razões: o primeiro é a de que o grupo de estudantes que escolhe a carreira de físico é extremamente diminuto – da ordem de 400 alunos matriculados por ano nos 11 cursos em funcionamento. A quase totalidade destes

alunos concentra-se no Rio e São Paulo.

O segundo conjunto de razões é a de que um físico formado no país tem pequenas possibilidades de aproveitamento remunerativo fora das atividades de pesquisa científica. A formação dos físicos lhes permite, profissionalmente, exercer cargos de magistério secundário o que não é acompanhado de maneira alguma de uma atração salarial marcada. Até hoje a carreira de físico não é reconhecida pela legislação trabalhista.

Os cursos da Escola viriam, em parte, modificar esta situação – ofereceriam uma possibilidade de aquisição, em nível de pós-graduação de uma especialidade de imediato aproveitamento técnico-industrial; e permitiriam, se assim fôr o caso, que o pós-graduado ingressasse em uma carreira de pesquisa científica.

É claro que se os cursos fossem abertos somente aos diplomados em física a frequência da Escola seria diminuta. Por isso projeta-se abri-los aos alunos das faculdades de engenharia e química cujo corpo discente é mais numeroso.

No total, a Escola contaria com um contingente potencial de cerca de 600 jovens, no Rio, entre os quais conseguiria, fundamentalmente, o seu corpo discente.

Ao lado dos cursos de pós-graduação, a Escola organizaria, também, cursos de treinamento em técnicas experimentais abertos a estudantes universitários. O entrosamento destes cursos com os níveis mais elevados possibilitaria a formação de especialistas em menor tempo ao mesmo tempo que ofereceria vantagens nos estudantes ainda na universidade.

O contingente potencial dos alunos da Escola poderia atingir, assim, a soma de 1000 interessados, apenas no Rio.

Formação de Núcleos de Ensino Superior e de Pesquisa – A contribuição da Escola para o desenvolvimento técnico do país não se limitaria à formação de especialistas para a indústria. Dentro de um aspecto puramente educacional sua ação se refletiria na formação de quadros categorizados para o preenchimento de vagas nas instituições educacionais e científicas existentes ou em formação.

O trabalho das instituições científicas na América Latina é melhor avaliado quando encarado do ponto de vista das necessidades gerais do continente. Com uma população atual de cerca de 200 milhões de habitantes o Continente Latino-Americano exigiria um sistema inter-relacionado de cem universidades para, dentro dos padrões modernos, assegurar sua administração, seu desenvolvimento industrial e educacional. Tal conjunto deveria absorver anualmente 200.000 estudantes.

A construção de tal sistema é um trabalho difícil, especializado e só pode ser realizado com um esforço sistemático da coletividade em um prazo longo. A estruturação do sistema educacional do Japão, atualmente quase terminada, necessitou de mais de meio século. Na União Soviética, depois de quarenta anos, atingiu-se apenas a 30% do nível de saturação.

Na América Latina, depois da Segunda Guerra Mundial, formaram-se cinco ou seis universidades modernas. O que prova, de um lado, que o processo desejável já começou. De outro lado, mostra também, a amplitude da distância a percorrer para atingir o nível de saturação.

Qualquer fomento do sistema educacional superior na América Latina deve partir das instituições já existentes para ampliá-las e modernizá-las. As novas instituições, quer nasçam independentemente das antigas, quer nasçam dentro das antigas, devem entrosar-se e relacionar-se fundamentalmente com estas para conseguir níveis mais altos de rentabilidade social.

No setor da física, na América Latina, existem seis universidades que já podem formar pessoal científico ou em breve chegarão a tal estado. São as universidades de Buenos Aires (Argentina), São Paulo e do Brasil (Brasil), Santiago (Chile), México (México) e Caracas (Venezuela).

A êste conjunto agregam-se outras que ainda não dispõem de adequados grupos de professores empenhados em pesquisa, mas que tratam de formar tais grupos e pedem ajuda. São elas: Universidade de Cuyo de La Plata, Cordoba e Tucuman (Argentina), Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Recife, Baía e Centro Técnico da Aeronáutica (Brasil), Concepción e Valparaiso (Chile), La Paz (Bolívia), Bogotá (Colombia), Monterrey e Guanajuato (México).

É imediata, pois, a possibilidade de facilitar o desenvolvimento de cêrca de 15 universidades novas e chegar, dentro dos próximos dez anos, a 20% do nível de saturação. É na base dêstes dados que se poderão estimar, com realismo, as necessidades do pessoal científico e docente.

No Brasil, admitindo que as instituições do Rio e São Paulo estejam saturadas – o que é certamente exagerado – será necessário, para cinco universidades de ciências e cinco escolas de engenharia, um mínimo de 30 professores com autonomia de pesquisa e um pessoal auxiliar de 100 assistentes e técnicos com alguma experiência.

A formação dêste grupo exigiria a formação, anual, pelas instituições de São Paulo e do Rio de 12 a 15 doutoramentos em física. Tal nível ainda está fora da capacidade do sistema educacional superior do país, mesmo admitindo que uma parte dos doutoramentos seja conseguida no exterior.

O ingresso anual de estudantes está crescendo mas seriam necessários 1500 alunos por ano para conseguir as diplomações desejadas. Isto implicaria em uma matrícula inicial de 300 alunos nos cursos de física, no Rio e São Paulo. Os níveis existentes são cêrca de dez vezes inferiores.

A cobertura dêste déficit não será conseguida se o estímulo para o ingresso na carreira de físico não partir de razões materiais muito sólidas, capazes de interessar a um grande grupo social. A conjugação das necessidades industriais de especialistas em ramos da física com a formação de graduados em nível pós-universitários poderá constituir um impulso grande para a resolução dêste dilema. Tal conjugação será um objetivo maior da Escola.

As estimativas que supomos razoáveis para o número de alunos formados pela Escola constam do quadro na página 38. A soma de pós-graduados e de técnicos especializados de nível superior seria da ordem de 250 em cinco anos dos quais uma pequena fração, uns 10%, poderiam constituir elementos de atuação no quadro universitário.

No início de seu funcionamento a Escola estará fortemente apoiada na estrutura universitária do país. A massa fundamental de seus alunos será proveniente, como já apontamos, das unidades universitárias. Os diversos convênios do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas com as universidades brasileiras facilitarão tal entrosamento.

Esta característica constitui um aspecto muito favorável de desenvolvimento pois a Escola não será uma entidade educacional com intuítos competitivos em relação à universidade, mas com finalidades altamente cooperativas. Não haverá, assim, nêste setor, uma rutura de equilíbrio mas o estabelecimento de novas relações e ligações capazes de garantir um adequado crescimento do sistema local de universidades.

Ainda continuando uma linha de evolução tradicional no país, a Escola não deixará de

lado o domínio da física teórica que constitui o setor fundamental desta ciência no Brasil. O aproveitamento do grupo de físicos teóricos, em atividade há longo tempo, impõe-se não só como a ampliação de uma linha tradicional especializada e com raízes sociais poderáveis como também na forma de um apêlo para os domínios da física experimental.

### 3 – Descrição do Projeto

A Escola de Física organizará, na primeira etapa de seu funcionamento, um conjunto de cursos de física em nível de pós-graduação para completar a formação dos diplomados pelas universidades quer no domínio experimental, quer no terreno teórico.

Em etapa complementar à deste projeto, cogita-se da organização de um curso básico de formação de física (ver a parte “Desenvolvimento Futuro do Projeto”).

Os cursos da Escola serão abertos a todos os diplomados universitários satisfazendo às condições mínimas necessárias para acompanhá-los com proveito, e terão a duração normal de quatro semestres.

Levando em conta que a idade média dos estudantes formados pelas universidades no país situa-se entre 24 e 25 anos (a idade mínima para um curso superior completo é da ordem de 23 anos) será possível, dentro deste sistema, formar pós-graduados com uma média oscilando entre 26 e 27 anos.

Simultânea e paralelamente a este curso, a Escola organizará outros, de treinamento em técnicas experimentais da física, aos quais as condições de acesso serão menos restritivas que as dos anteriores pois nêles poderão ingressar elementos ainda estudando nas universidades. Com estes cursos serão formados profissionais especializados mais jovens e, portanto, mais facilmente absorvíveis pela demanda técnico-industrial ou científica.

Curriculo da Escola – As disciplinas que seriam ministradas inicialmente nos diferentes cursos são as seguintes, com os respectivos prazos de duração em períodos de 4 meses com o máximo de 2 períodos por ano.

- 1 - Técnicas Experimentais de Laboratório – técnicas mecânicas de vidro, vácuo, elétricas e eletrônicas básicas e técnicas especializadas de medidas de densidade, solubilidade, viscosidade, tensão superficial, propriedades de dielétricos, propriedades magnéticas, propriedades calorimétricas. Tempo da disciplina – de 2 a 4 períodos.
- 2 – Instrumentação – teoria e construção de instrumentos mecânicos, teoria e construção de instrumentos óticos e elétricos. Tempo da disciplina – de 2 a 4 períodos.
- 3 – Eletrônica I – circuitos eletrônicos básicos. Tempo da disciplina – 2 períodos.
- 4 – Eletrônica II – circuitos e técnicas eletrônicas avançadas, computadores e instrumentos de controle industrial. Tempo de disciplina – 2 períodos.
- 5 – Eletricidade Superior – medidas elétricas de precisão, instrumentos elétricos e máquinas elétricas. Tempo de disciplina – 2 períodos.
- 6 – Espectroscopia – Espectroscopia atômica e molecular, de emissão e absorção. Tempo de disciplina – 4 períodos.

- 7 – Física Nuclear – Propriedades nucleares, sistemática dos núcleos, forças nucleares, dêuterons, modelos nucleares, reações nucleares. Aceleradores e raios cósmicos. Tempo de disciplina – de 2 a 4 períodos.
- 8 – Física dos Sólidos – estrutura de sólidos, semi-condutores, baixas temperaturas. Tempo de disciplina – 4 períodos.
- 9 – Radioquímica – radiações, reações nucleares, isotopia, métodos gerais de separação de isótopos radioativos, traçadores. Tempo de disciplina – de 2 a 4 períodos.
- 10 – Eletromagnetismo e Relatividade – equações de Maxwell, ondas eletromagnéticas, guias de onda, dispersão, relatividade. Tempo de disciplina – 2 períodos.
- 11 – Mecânica Quântica I – átomo de Bohr, equação de Schroedinger, oscilador harmônico, átomo de hidrogênio, spin de elétron, classificação periódica dos elementos. Tempo da disciplina – 2 períodos.
- 12 – Mecânica Quântica II – teoria das perturbações, átomo do hélio, teoria das colisões, teoria do spin de Pauli, teoria do spin de Pauli, teoria de Dirac, sistemas de várias partículas. Tempo de disciplina – 2 períodos.
- 13 – Mecânica Estatística – teoria cinética dos gases, estatística de Gibbs, estatísticas de Boltzmann, Fermi, Bose. Aplicações: magnetismo, supercondutividade, superfluidos, gases degenerados. Tempo da disciplina – 2 períodos.
- 14 – Tópicos da Física Moderna – cursos alternados sobre partículas elementares e teoria dos campos. Tempo da disciplina – 1 ou 2 períodos.
- 15 – Teoria dos Reatores Nucleares – reações nucleares, difusão de neutrons – estados estacionários e perturbações, controles e instrumental de reatores, materiais.
- 16 – Métodos Matemáticos da Física – cursos alternados sobre álgebra linear e tensorial, funções analíticas, funções especiais, equações diferenciais parciais, integração e distribuição, análise harmônica, representação de grupos, teoria espectral em espaço de Hilbert. Tempo da disciplina – de 2 a 4v períodos.
- 17 – Cálculo Numérico, Probabilidade e Estatística – Tempo da disciplina – 2 períodos.

Para alguns destes cursos o programa teria um caráter mais ou menos rígido sendo válido para todos os cursos de que fizessem parte. É o que ocorre, por exemplo, com eletricidade superior ou mecânica quântica I. Para outras disciplinas o programa seria flexivelmente adaptado às necessidades do curso ou se concentraria em uma técnica especializada do seu domínio. É o caso de física dos sólidos, espectroscopia, instrumentação ou física nuclear.

Cursos Programados – Estas disciplinas seriam orgânicamente combinadas para a estruturação dos seguintes cursos de pós-graduação realizados normalmente em 4 períodos.

- 1 – Instrumentação – incluindo técnicas experimentais de laboratório e instrumentação, eletricidade superior, cálculo numérico.

- 2 - Eletrônica - incluindo técnicas experimentais de laboratório, eletrônica I, eletrônica II, eletricidade superior, mecânica quântica I, cálculo numérico.
- 3 - Espectroscopia - incluindo técnicas experimentais de laboratório, espectroscopia, mecânica quântica I, cálculo numérico.
- 4 - Física dos Sólidos - incluindo técnicas experimentais de laboratório, eletrônica I, física dos sólidos, mecânica quântica I, mecânica estatística, métodos matemáticos da física, cálculo numérico.
- 5 - Física Nuclear - incluindo técnicas experimentais de laboratório, eletrônica I, física nuclear, radioquímica, relatividade restrita, mecânica quântica I, mecânica quântica II, teoria dos reatores nucleares, métodos matemáticos da física, cálculo numérico.
- 6 - Física Teórica - incluindo física nuclear, ondas eletromagnéticas, mecânica quântica I, mecânica II, mecânica estatística, tópicos da física moderna, métodos matemáticos da física.

Pré-Requisitos para os Cursos - A frequência a estes cursos seria aberta, como já apontamos, a portadores de diplomas universitários em cursos que englobassem as cadeiras essenciais à sua base. Tendo em vista os currículos da Universidade do Brasil os pré-requisitos para instrumentação, eletrônica, espectroscopia, física dos sólidos, física nuclear e física teórica são satisfeitos pelos diplomados pela Escola Nacional de Engenharia, Faculdade Nacional de Filosofia (curso de física), Escola Nacional de Química ou por Faculdades a elas equiparadas. O curso de Física Teórica será aberto aos diplomados pela Escola Nacional de Engenharia e Faculdade Nacional de Filosofia ou unidades análogas. Isto significa que no Rio de Janeiro, em cada ano, haverá um conjunto de cerca de 600 diplomados que estarão, potencialmente, aptos a seguir os cursos de pós-graduação.

Cursos de Treinamento Experimental - Os cursos de treinamento em técnicas experimentais estariam abertos a alunos do penúltimo ou último ano de Escola de Engenharia, Física ou Química e que já tiverem cursado as cadeiras básicas de Física Geral e Experimental, Química Geral e Matemática Superior.

Os currículos dos cursos seriam os seguintes:

- 1 - Instrumentação - incluindo técnicas experimentais de laboratório e instrumentação. Duração do curso - 2 períodos.
- 2 - Eletrônico - incluindo eletrônica I, eletricidade superior. Duração do curso - 2 períodos.
- 3 - Espectroscopia - incluindo espectroscopia e mecânica quântica I. Duração do curso - 2 períodos.
- 4 - Física Nuclear - incluindo técnicas experimentais de laboratório, eletrônica I, física nuclear (experimental). Duração do curso - 2 períodos.

As disciplinas ministradas neste curso teriam validade para o curso de pós-graduação correspondentes. Isto permitiria, em alguns casos, a obtenção do grau de pós-graduação

em um período de um ano após a diplomação pela Universidade. Esta possibilidade tornaria os cursos de pós-graduação muito mais atrativos para um grande número de jovens que não podem permanecer por prazos muito dilatados na universidade.

O grupo potencial de estudantes que apresentariam condições para seguir tais cursos seria da ordem de mil o que viria duplicar a massa de possíveis interessados nos cursos da Escola de Física.

Calendário – O calendário para o funcionamento dos cursos projetados está esquematizado abaixo para os 5 primeiros anos da existência da Escola, contados a partir de 6 meses depois da concessão do auxílio pleiteado.

### CALENDÁRIO PARA O INÍCIO DE FUNCIONAMENTO DOS CURSOS DA ESCOLA DE FÍSICA

Cursos	Ano				
	1	2	3	4	5
Eletrônica	x	x	x	x	x
Instrumentação	–	x	x	x	x
Espectroscopia	–	–	x	x	x
Física dos Sólidos	–	–	–	x	x
Física Nuclear	–	x	x	x	x
Física Teórica	x	x	x	x	x

Cada x indica um curso em funcionamento efetivo.

Com o calendário acima dois cursos estariam em pleno funcionamento no primeiro ano, 4 no segundo; 5 no terceiro, 6 no quarto e 6 no quinto. A realização completa dêste calendário dependerá em parte como é claro, das possibilidades de contratação de especialistas qualificados para dirigí-los.

A justificativa do calendário é a seguinte:

A Escola seria inaugurada com dois cursos o de Eletrônica e o de Física Teórica. O primeiro é um curso cuja procura é muito grande pois no que já funciona no C.B.P.F. o número de matrículas iniciais anuais excede folgadoamente, a meia centena. Além disto a procura de técnicos e engenheiros eletrônicos no país cresce diante do grande impulso que vem tendo a indústria correspondente no parque Rio-São Paulo.

A inauguração dêste curso no primeiro ano da Escola viria trazer para a instituição um grande contingente de alunos que, no fim do segundo ano, já estaria preenchendo claros nas necessidades tecnológicas do país. A demanda industrial que se faz sentir neste terreno permitiria que o curso de eletrônica atingisse nos anos seguintes a regime pelo menos estacionário, fornecendo anualmente um contingente apreciável de técnicos para a indústria ou para a atividade científica.

O curso de Física Teórica, inaugurado no primeiro ano, viria reforçar uma linha de evolução que ficou bem nítida na exposição anterior sôbre o desenvolvimento da Física no país. Será um prolongamento das atividades que já vem sendo realizadas no C.B.P.F.

No segundo ano os dois cursos inaugurados permitiriam a formação de especialistas em dois domínios importantes: a instrumentação e a física nuclear. Para os dois a procura

será, certamente, menor do que a do curso de eletrônica; daí começarem posteriormente a êste. Ao mesmo tempo, dificuldades de organização aconselham não sejam instalados logo no início do funcionamento da Escola.

No terceiro e quarto ano só seriam inaugurados, em cada um, um curso – o de espectroscopia no terceiro e o de física dos sólidos no quarto. Os dois exigem uma grande soma de preparativos preliminares para o seu funcionamento. A instalação do equipamento respectivo será a mais demorada e por isto os dois se inauguram em fase adiantada do funcionamento da Escola.

Ao chegar ao quinto ano os seis cursos estarão em funcionamento efetivo com um impulso que lhes permitirá, como esperamos, vida autônoma e independente de qualquer ajuda de tipo especial.

Estimativa da Frequência – No quadro abaixo apresentamos uma estimativa do número de alunos que frequentariam cada um dos cursos programados. A estimativa tem, como é óbvio, um razoável grau de incerteza. Refletem porém a experiência das atividades do C.B.P.F. e de diversas outras instituições.

Cursos	Ano				
	1	2	3	4	5
Eletrônica	50	100	100	100	100
Instrumentação	-	5	15	20	25
Espectroscopia	-	-	5	10	10
Física dos Sólidos	-	-	-	5	10
Física Nuclear	-	10	20	20	20
Física Teórica	5	10	10	10	10
Total	55	125	150	165	175
Crescimento relativo%	-	128	20	10	6

Levando em conta a estrutura de cada curso a frequência de alunos por disciplina será a seguinte:

ESTIMATIVA DO NÚMERO DE ALUNOS DISTRIBUIDOS  
POR DISCIPLINAS

Disciplinas	Ano				
	1	2	3	4	5
Técnicas Experimentais	50	65	90	105	115
Instrumentação	-	5	15	20	25
Eletrônica I	50	60	60	65	65
Eletrônica II	-	50	50	50	50
Eletricidade Superior	50	55	60	60	65
Espectroscopia	-	-	5	10	10
Física Nuclear	10	20	30	30	30
Física dos Sólidos	-	-	-	5	10
Radioquímica	-	10	20	20	20
Eletromagnetismo					
Mecânica Quântica I	5	65	70	75	75
Mecânica Quântica II	-	15	15	15	15
Mecânica Estatística	5	5	5	5	5
Tópicos da Física Moderna	5	5	5	5	5
Teoria dos Reatores	-	-	10	10	10
Métodos Mat. da Física	5	15	15	15	15
Cálculo Numérico					

ESTIMATIVA DOS ALUNOS FORMADOS NOS CURSOS DE  
PÓS-GRADUAÇÃO

Cursos	Ano				Total
	2	3	4	5	
Eletrônica	50	50	50	50	200
Instrumentação	-	5	10	10	25
Espectroscopia	-	-	5	5	10
Física dos Sólidos	-	-	-	5	5
Física Nuclear	-	10	10	10	30
Física Teórica	5	5	5	5	20
Total	55	70	80	85	290

Laboratório e Equipamento – Para atender às necessidades materiais dos cursos programados o C.B.P.F. organizará os seguintes laboratórios que, ao lado de sua função

didática e de treinamento poderão exercer funções de pesquisa: laboratório de eletrônica e eletricidade, laboratório de instrumentação, laboratório de espectroscopia, laboratório de física dos sólidos e laboratório de física nuclear e radioquímica.

O equipamento de cada um destes laboratórios seria constituído de tal maneira que permitiria não só um treinamento específico nas técnicas experimentais como também o desenvolvimento de linhas de pesquisa de interesse para o país. Assim seria possível ir formando não só pessoal especializado para atividades tecnológicas como pessoal capaz de assumir responsabilidade em atividades científicas.

O equipamento de cada destes laboratórios seria constituído por duas partes distintas: a primeira englobando o material já existente no C.B.P.F.; a segunda constituída pelo equipamento a ser adquirido como parte do auxílio do Fundo Especial.

O equipamento existente no C.B.P.F. é resumido nos seguintes itens:

Laboratório de Emulsões Nucleares – equipado com cerca de duas dezenas de microscópios especiais além de aparelhamento para preparação e revelação de emulsões nucleares.

Laboratório do Gerador Cockroft Walton – instalado na Escola Técnica do Exército e cujo principal equipamento é um acelerador de cascata tipo Cockroft-Walton, de construção da Societé Philips (Eindhoven) montado no C.B.P.F. O acelerador pode produzir um feixe de até 1,2 MeV mas apenas cerca da metade está em funcionamento.

Laboratório de Física do Estado Sólido – é um laboratório inaugurado há pouco onde se começa a trabalhar utilizando isótopos radioativos no estudo de fenômenos de superfície.

Laboratório de Química Nuclear – conta com um equipamento especializado para realizar espectroscopia nuclear e onde trabalham dois professores e quatro assistentes.

Os laboratórios que constituem os Departamentos acima citados estão instalados em três edificios independentes que totalizam uma área edificada de 2.365 metros quadrados. Está em vias de construção um novo edificio para o C.B.P.F. cuja área de 1.800 metros quadrados.

O valor do equipamento do C.B.P.F. atinge a soma nominal de 50 milhões de cruzeiros que está longe, porém, de representar sua intrínscica valorização.

Os itens fundamentais do equipamento a ser adquirido constam da seguinte relação:

Laboratório de Eletrônica e Eletricidade – Osciloscópio de raios catódicos (12 unidades), Gerador de sinais e ondas (10 unidades), Medidores de tensão, corrente, frequência, etc. (50 unidades), Amplificadores de tensão e corrente (4 unidades), Registrador XY (5 unidades), Estabilizadores de corrente e tensão (10 unidades), Medidores elétricos de precisão, Galvanômetros, Voltímetros, Amperímetros, Medidores de indutância, Medidores de capacitância, etc. (20 unidades), Eletrômetros (5 unidades), Gerador DC (1 unidade), Ímã permanente e Eletro ímã (5 unidades), Computador eletrônico (1 unidade).

Laboratório de Instrumentação – Balança analítica (10 unidades), Polarímetro (5 unidades), refratômetro (5 unidades), Calorímetro (5 unidades), Colorímetro (5 unidades), Polarógrafo (1 unidade), Tórno de precisão (3 unidades), Fresa (3 unidades), Banco ótico (2 unidades), Microscópio (10 unidades), Goniômetro de precisão (1 unidade), Interferômetro (1 unidade), Equipamento de vácuo.

Laboratório de Espectroscopia – Espectrógrafo (2 unidades), Espectrógrafo de absorção e infra vermelho (1 unidade).

Laboratório de Física dos Sólidos – Espectrógrafo de raio X (1 unidade), Microscópio

metalográfico (5 unidades), Fornos de indução, Fornos convencionais, etc.

Laboratório de Física Nuclear e Radioquímica – Fonte de neutrons (1 unidade), “Scalers” (10 unidades), Analizador de canal (5 unidades), Fonte de Cobalto 50 (1 unidade), Analizador de 200 canais (1 unidade), Espectrômetro de cintilador líquido para Betas (1 unidade).

Pessoal Docente – O pessoal docente para realização dos cursos seria conseguido em dois planos diferentes: Um, internamente, com utilização dos especialistas nacionais; outro, externamente, com utilização de professores estrangeiros.

Levando em conta a frequência de alunos por disciplina, estimada acima, as necessidades globais de professores e assistentes serão assim distribuídas:

## PESSOAL DOCENTE, DISTRIBUIDO POR DISCIPLINA E POR ANO

Disciplina	Categoria	Ano				
		1	2	3	4	5
Técnicas Experimentais	Prof.	1	2	3	3	3
	Assist.	3	4	6	7	7
Instrumentação	Prof.	-	1	2	2	2
	Assist.	-	1	2	2	2
Eletrônica I	Prof.	1	1	1	1	1
	Assist.	3	3	3	3	3
Eletrônica II	Prof.	-	1	1	1	1
	Assist.	-	3	3	3	3
Eletricidade Superior	Prof.	1	1	1	1	1
	Assist.	3	3	3	3	3
Espectroscopia	Prof.	-	-	1	2	2
	Assist.	-	-	1	2	2
Física Nuclear	Prof.	1	1	2	2	2
	Assist.	-	1	2	2	2
Física dos Sólidos	Prof.	-	-	-	1	2
	Assist.	-	-	-	1	2
Radioquímica	Prof.	-	1	2	2	2
	Assist.	-	1	2	2	2
Eletromagnetismo	Prof.	1	1	1	1	1
	Assist.	1	1	1	1	1
Mecânica quântica I	Prof.	1	1	1	1	1
	Assist.	1	1			
Mecânica Quântica II	Prof.	1	1	1	1	1
Mecânica Estatística	Prof.	-	-	-	1	1
Tópicos de Física Moderna	Prof.	1	1	1	1	1
Métodos Mat. da Física	Prof.	1	1	1	1	1
	Assist.	1	1	1	1	1
Cálculo Numérico	Prof.	1	1	1	1	1
	Assist.	1	1	1	1	1
Teoria dos Reatores	Prof.			1	1	1
	Assist.			-	-	
Total	Prof.	10	18	18	22	23
	Assist.	12	19	24	26	28

Parte do pessoal acima especificado seria escolhido no corpo técnico científico do C.B.P.F. ou nas unidades universitárias que estão colaborando com o projeto. Outra parcela seria constituída por professôres estrangeiros convidados para os cursos de acôrdo com o quadro abaixo:

PROFESSORES ESTRANGEIROS EM MISSÃO DO PROJETO  
DISTRIBUIDOS POR CURSOS E POR ANO

Curso	Categoria	Ano				
		1	2	3	4	5
Eletrônica	Prof.	1	1	1	1	1
	Assist.	-	-	-	-	-
Instrumentação	Prof.	-	1	2	2	2
	Assist.	-	-	-	-	-
Espectroscopia	Prof.	-	1	2	2	2
	Assist.	-	1	2	2	2
Física dos Sólidos	Prof.	-	-	-	1	2
	Assist.	-	-	-	1	2
Total	Prof.	1	4	7	9	10
	Assist.	-	1	2	3	4

A totalidade dos professores dos cursos de física teórica e do de física nuclear seria constituída por elementos do próprio C.B.P.F. ou através de outros organismos governamentais. O curso de física nuclear, por exemplo, receberia apóio da Comissão Nacional de Energia Nuclear, e que possibilitaria a contratação de professores com recursos não provenientes do Fundo Especial.

#### 4 - O Custo do Projeto e seu Financiamento

Funcionando no CBPF a Escola de Física contará com as suas instalações para realização dos seus cursos. O valor estimado destas instalações é discriminado abaixo, sem incluir o valor do equipamento existente no CBPF.

Instalações	Valor estimado (milhões de Cr\$)
Prédios	12.900
Diversos (Móveis, Veículos, etc.)	10.500

Uma parcela do equipamento necessário à realização dos cursos já existe no CBPF: é a que garante os seus laboratórios e que poderá ser utilizado pela Escola na medida em que não prejudique os trabalhos de pesquisa da instituição.

O valor estimado deste equipamento é discriminado abaixo:

Equipamento	Valor estimado (milhões de Cr\$)
Laboratório de Emulsões Nucleares	
Laboratório de Física do Estado Sólido	
Laboratório de Físico-Química	19.673
Laboratório de Ensino	
Oficina Mecânica	1.100
Biblioteca	12.036

O equipamento a ser adquirido no exterior, e que já foi relacionado acima em suas partes essenciais, consta discriminadamente da seguinte estimativa de custo:

Equipamento	Quantidade	Custo Estimado (milhares de US\$)
<u>Laboratório de Eletrônica e Eletricidade</u>		
Osciloscópio	10	5,0
Osciloscópio (tektronix)	2	5,0
Gerador de sinais e ondas	10	5,0
Medidores de tensão, corrente frequência, etc.	50	5,0
Amplificadores de tensão e corrente	4	5,0
Registrador XY	5	20,0

Equipamento	Quantidade	Custo Estimado (milhares de US\$)
Estabilizador de corrente e tensão	10	5,0
Medidores eletr. de precisão: Galvanômetro, Voltímetro Amperímetro, etc.	20	50,0
Eletrômetro	5	2,5
Gerador DC	1	2,5
Imã permanente e Eletro-Imã	5	25,0
Computador eletrônico	1	25,0
Diversos	-	10,0
Total		160,0
<u>Lab. Instrumentação</u>		
Balança Analítica	10	5,0
Polarímetro	5	2,5
Refratômetro	5	2,5
Calorímetro	5	4,0
Colorímetro	5	5,0
Polarógrafo	1	5,0
Tôrno de Precisão	3	7,5
Presas	3	7,5
Banco Ótico	2	0,5
Microscópio	10	0,5
<u>Lab. Instrumentação</u>		
Goniômetro	1	0,5
Interferômetro	1	1,0
Máquina lapidadora	1	0,5
Equipamento de vácuo	-	2,5
Equipamento geral de Laboratório	-	1,0
Diversos	-	41,0
Total	-	145,0
<u>Lab. Espectroscopia</u>		
Espectrógrafo	2	10,0
Espectrógrafo de absorção	1	35,0
Diversos	-	15,0
Total		60,0

Equipamento	Quantidade	Valor Estimado (milhares de US\$)
<u>Lab. de Física dos Sólidos</u>		
Espectrógrafo de Raio X	1	40,0
Fornos de indução, convencionais para vácuo, etc.	-	60,0
Microscópio metalográfico	5	5,0
Diversos	-	45,0
Total		150,0
<u>Lab. Física Nuclear e Radioquímica</u>		
Fonte de neutrons RaBe (200mg)	1	10,0
Scalers	10	15,0
Analizador de canal	5	10,0
Espectrógrafo p/Beta	1	20,0
Espectrógrafo de massa	1	100,0
Fonte de Co (50 curies)	1	10,0
Detetores (tubos Geiger, cintiladores)	10	25,0
<u>Lab. Fís. Nuclear e Radioquímica</u>		
Analizador de 200 canais	1	30,0
Espectrômetro de cintilador líquido para Beta	1	15,0
Material de dosimetria e proteção	-	15,0
Diversos	-	25,0
Total		275,0

As despesas com o pessoal técnico científico contratado no país de acôrdo com os quadros anteriores, será a seguinte:

DESPESA ESTIMADA COM PESSOAL DE ENSINO  
(PROFESSORES E ASSISTENTES)  
POR ANO, EM MILHÕES DE CRUZEIROS, PARA PESSOAL NÃO CONTRATADO  
(NO EXTERIOR)

Categoria	Ano					Total
	1	2	3	4	5	
Professôres	2,16	3,60	5,76	7,20	7,20	25,92
Assistentes	4,32	7,20	9,60	10,56	10,56	42,24
Total	6,48	10,8	15,36	17,76	17,76	68,16

O salário de cada professor foi estimado em Cr\$ 700.000,00 anuais. E dos assistentes em Cr\$ 480.000,00.

DESPESAS COM PESSOAL TÉCNICO-CIENTÍFICO CONTRATADO NO  
EXTERIOR  
EM MILHARES DE DÓLARES POR ANO

Categoria	Ano					Total
	1	2	3	4	5	
Professores	10	40	70	90	100	310
Assistentes	-	8	16	24	32	80
Total	10	48	86	114	132	390

O salário estimado por cada professor foi de US\$ 10,000 anuais e o dos assistentes em US\$ 8.000 anuais.

As despesas com a administração e serviços correlatos da Escola podem ser estimadas da seguinte maneira:

Administração – aproximadamente CR\$ 1 milhão por ano

Serviços – aproximadamente CR\$ 3 milhões por ano.

A cobertura desta despesa no decorrer do prazo de 5 anos será feita da seguinte forma:

Dotação orçamentária do C.B.P.F. CR\$ 225 milhões.

Investimento do Fundo Especial – US\$ 1.180.000,00

A dotação do Fundo será feita em parcelas escalonadas ao longo de 5 anos de acordo com o seguinte sistema geral:

Equipamento para o Laboratório de:	Ano					Total
	1	2	3	4	5	
Eletrônica	60	80	20	-	-	160
Instrumentação	25	40	50	30	-	145
Espectroscopia	-	15	25	10	10	60
Física dos Sólidos	-	-	30	70	50	150
Física Nuclear	25	45	80	70	55	275
Total	110	180	205	180	115	790

PARCELA DA CONCESSÃO DO FUNDO ESPECIAL, EM MILHARES DE  
DÓLARES POR ANO, DESTINAS AO PAGAMENTO DE PESSOAL

	Ano					Total
	1	2	3	4	5	
Professôres e Assistentes	10	48	86	114	132	390

PARCELA TOTAL DA CONCESSÃO DO FUNDO ESPECIAL, EM MILHARES  
DE DÓLARES POR ANO

Ano					Total
1	2	3	4	5	
120	228	291	294	247	1.180

## 5 – Desenvolvimento Posterior do Projeto

Os cinco anos de funcionamento da Escola de Física durante os quais seria recebido o auxílio do Fundo Especial das Nações Unidas seriam o tempo necessário para enraizá-las nas necessidades sócio-culturais do país. O número relativamente elevado de especialistas formados constituiria uma garantia de que os ramos tecnológicos visados teriam recebido um substancial contingente de técnicos capazes de estimular a elevação do nível especializado da indústria.

Com tal caráter a Escola estaria em condições de receber e pleitear da indústria uma assistência mais estreita não só sob o aspecto de um entrosamento no terreno financeiro como, e talvez o mais importante, na elaboração de programas de treinamento e educação de especialistas em outros setores da física.

Por outro lado é lícito esperar que a formação de quadros educacionais categorizados contribua – e fortemente – para uma elevação de interesse geral dos estudantes de física e matérias correlata pelos cursos da Escola. E razoável, pois, supor que a frequência à Escola cresça e seus cursos se ampliem com relativa rapidez.

A transferência integral das responsabilidades financeiras da Escola para o CBPF não acarretará problemas específicos de maior profundidade uma vez que terão desaparecido os motivos determinantes da concessão do financiamento do Fundo Especial – a aquisição de equipamento e o pagamento de professores estrangeiros. A dotação orçamentária do CBPF poderá, dentro das previsões possíveis, fazer face às necessidades inerentes à Escola.

Uma possibilidade de ampliação que cabe mencionar é a da organização pela Escola de cursos de formação básica em física. Dentro do esquema de cooperação com a Universidade – que é implícito e fundamental no projeto da Escola – a organização de tais cursos poderá constituir uma complementação salutar aos cursos já existentes. Com uma programação flexível e adequada, com um entrosamento amplo com as necessidades industriais, a Escola constituiria um elemento de unidade entre a Universidade e a indústria colaborando para uma estruturação harmoniosa e orgânica das atividades educacionais brasileiras em nível superior.

INSTALAÇÕES DO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

Prédio nº1 - PAVILHÃO MARIO D'ALMEIDA(Séde)

- TERREO -

Laboratório de Emulsões Nucleares (2 salas)  
Física Experimental (6 salas)  
Gabinete Chefe Física Experimental (1 sala)  
Laboratório Divisão Estado Sólido (1 sala)  
Sala de Cálculo da Divisão Raios Cósmicos (1 sala)  
Sala de aula (1 sala)  
Laboratório Raios Cósmicos (2 salas)  
Laboratório Fotográfico (3 salas)  
Serviço de Eletrônica (1 sala)  
Administração (2 salas)  
Divisão de Material (1 sala)

- SOBRADO -

Biblioteca (1 salão)  
Secretaria da Biblioteca (1 sala)  
Física Teórica (8 gabinetes)  
Presidência (1 sala)  
Secretário Geral (1 sala)  
Sala de aula (1)

Prédio nº 2 - PAVILHÃO FÍSICOS - QUÍMICA-NUCLEAR

- TERREO -

Microscopia da Física-Química (2 salas)  
Gabinete (1 sala)  
Laboratório da Físico-Química (1 sala)

- SOBRADO -

Química Nuclear-Laboratório (1 sala)  
Química Nuclear (3 salas)

Prédio nº 3 - PAVILHÃO AUXILIAR (de um só pavimento)

Laboratório de Química Nuclear (4 salas)

Serviço de Vidro e Alto Vácuo (1 sala)

Almoxarifado (1 salão)

Oficina de Carpintaria (1 sala)

Retífica e afiação (1 sala)

Oficina Mecânica (1 salão)

Prédio nº 4 - ANEXO (Avenida Pasteur nº 154)

- TERREO -

Serviço de Publicações (2 salas)

Departamento de Ensino (5 salas)

Depósito de Almoxarifado (1 galpão)

- SOBRADO -

Departamento de Matemática (3 salas)

Está em construção um quinto prédio de quatro andares com uma grande biblioteca, anfiteatro e cerca mais de vinte salas de laboratórios.

ANEXO ILISTA DE PUBLICAÇÕES DO  
CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

## A. PREPRINTS – NOTAS DE FÍSICA

## VOLUME I

(1952 – 1953 – 1954)

- Nº 1 – Gamma Radiation Emitted in  
the Pi-MU Decay ... G.E.A. Fialho and J. Tiomno
- Nº 2 – On the Pseudoscalar Meson  
Theory of the Deuteron ... J. Leite Lopes and R.P.  
Feynman
- Nº 3 – On the Low Energy Mu-Meson  
from Pi-Meson decay ... G.E.A. Fialho
- Nº 4 – A New Radioactive Method  
for Marking Mosquitoes ... Mario B. Aragão, Elisa  
Frota Pessoa and Neusa  
Margem
- Nº 5 – Methods of Obtaining High  
Vacuum by Ionization Con-  
struction of an “Eletronic Pump” ... Helmut Schwarz
- Nº 6 – On the Employment of Liquid  
Emulsion in the Titration of  
Uranium from Radioactive mi-  
nerals ... F.A.G.A. Brandão, Elisa F.  
Peosa, Neusa Margem and  
Waldir Peres
- Nº 7 – On the Photosensitivity of  
Glass Self Quenching Geiger  
Muller Counters with Exter-  
nal Cathode ... Helmut Schwarz
- Nº 8 – On the Spread of the soft  
Component of Cosmic Radiation ... G. Moliere
- Nº 9 – Non Relativistic Equation  
for charged Particles with  
spin 3/2 ... J. Tiomno

- N<sup>o</sup> 10 – Concord of Cosmic Ray Components in the Atmosphere ... P. Budini and G. Moliere
- N<sup>o</sup> 11 – Note on the Diffusion of Radioelements in Nuclear Emulsion ... Elisa Frota Pessoa
- N<sup>o</sup> 12 – Atomic Theory of Liquid Helium ... R.P. Feynman
- N<sup>o</sup> 13 – The Anomalous Large Angle Scattering of Mu Meson ... J.P. Davidson
- N<sup>o</sup> 14 – Non Relativistic Equation for Particles with spin 1 ... J.J. Giambiagi and J. Tiomno
- N<sup>o</sup> 15 – Quantum Theory of the Emission Process ... Guido Beck
- N<sup>o</sup> 16 – Invariance of Field Theory Under Time Inversion ... J. Tiomno
- N<sup>o</sup> 17 – The Harmonic Mean Energy for Photon Absorption by Nuclei ... J. Goldemberg and J. Leite Lopes
- N<sup>o</sup> 18 – Equação de Proca em Coordenadas Esférica ... Samuel Wallace Mac-Dowell
- N<sup>o</sup> 19 – Mass Reversal and the Universal Interaction ... J. Tiomno
- N<sup>o</sup> 20 – On the Mechanism of Fission at very High Energy ... Luis Marquez
- N<sup>o</sup> 21 – A causal Interpretation of the Pauli Equation(A) ... D. Bohm, R. Schiller and J. Tiomno
- N<sup>o</sup> 22 – High Energy Neutron Reactions and the Nuclear Optical Model ... L.C. Gomes and J.L. Lopes

VOLUME II  
(1954 – 1955 – 1955 – 1056)

- N<sup>o</sup> 1 – The Ring Focus in the  
Sperial Orbit Spectrometer     ... Luis Marquez
- N<sup>o</sup> 2 – The Photonuclear Effect  
and the Complex Potential  
Well Nuclear Model     ... J.P. Davidson
- N<sup>o</sup> 3 – Range of  $208^{\pm} 4$  MeV  
Emulsion     Hérvasio G. de Carvalho and  
... jerome I. Friedman
- N<sup>o</sup> 4 – Shell Effect on Photo-  
nuclear Reactions     ... J. Goldemberg and J.L. Lopes
- N<sup>o</sup> 5 – Note on the non Relati-  
vistic Equation for Spin  
1/2 and 1 Particles with  
Anomalous Magnetic Moment     ... J.J. Giambiagi
- N<sup>o</sup> 6 – Relativistic Theory of  
Spinning Point Particles     ... J. Tiomno
- N<sup>o</sup> 7 – The Formation of P<sup>32</sup> from  
Atmospheric Argon By  
Cosmic Rays     ... L. Marquez and Neyla L. Costa
- N<sup>o</sup> 8 – Effect of the Finite  
Size of the Nucleus on  
Pair Production by Gamma  
Rays     ... George H. Rawitscher
- N<sup>o</sup> 9 – Polarization of spin one  
Particles     ... Samuel Wallace Mac-Dowell
- N<sup>o</sup> 10 – East-West Asymmetry of  
Positive and Negative Mesons  
at the Geomagnetic Equator     ... I. Escobar V. and F.B. Harris
- N<sup>o</sup> 11 – Radiation Field of an  
Oscillating Dipole – I     ... Erasmo Madureira Ferreira

- N<sup>o</sup> 12 – The First Excited States  
of the C<sup>13</sup> Mirror Pair ··· J.P. Davidson and J.J.  
Giambiagi
- N<sup>o</sup> 13 – Studies on the Nuclear  
Photoeffect ··· M.D. Souza Santos, J. Gol-  
demberg, R.R. Pieroni, E. Sil-  
va Otavia, A. Borello, Suza-  
na S. Villaça and J.L. Lopes

VOLUME III  
(1956 – 1957)

- N<sup>o</sup> 1 – Elastic Scattering of  $\alpha$   
Particles ··· S.W. Mac-Dowell and J.J.  
Giambiagi
- N<sup>o</sup> 2 – Polarization of spin one  
Particles by Nuclear  
Scattering ··· S.W. Mac-Dowell and J. Tiomno
- N<sup>o</sup> 3 – Ohm's Law and Definition  
of Metallic State ··· Guido Beck
- N<sup>o</sup> 4 – Diagrams for Processes  
involving Hyperons ··· J. Tiomno
- N<sup>o</sup> 5 – Directional Intensities  
of Positive and Negative  
Mesons in the Atmosphere ··· I. Escobar V. and F.B. Harris
- N<sup>o</sup> 6 – Mean Free Path 4,3 BeV  
Negative Pions in Nuclear  
Emulsion ··· Alfredo Marques, Neusa Mar-  
gem and G.A.B. Garnier
- N<sup>o</sup> 7 – On a non Local Relativistic  
Quantum Theory of Fields ··· G. Wataghin
- N<sup>o</sup> 8 – Isotropic Exchange and Evo-  
lution of Metal Surfaces  
in Electrolytic Solutions ··· U. Camerini, J. Danon, M. Ma-  
logolowkin

- N<sup>o</sup> 9 – On the Theory of Hyperons and K-Mesons ··· J. Tiomno
- N<sup>o</sup> 10 – On the Interpretation of high Energy Fission ··· L. Marquez
- N<sup>o</sup> 11 – On the Production of Radioactivity in Rocks by Cosmic Rays ··· L. Marquez and N.L. Costa
- N<sup>o</sup> 12 – Spectrum of Target Bremsstrahlung at small angles ··· A. Sirlin
- N<sup>o</sup> 13 – Pair-creation cross Section of spin one half Particles Possessing and Anomalous Magnetic Moment ··· George H. Rawitscher
- N<sup>o</sup> 14 – Angular Correlations in High Energy Fission ··· L. Marquez
- N<sup>o</sup> 15 – On the Possibility of Experimental Observation of Diffraction in Time Effects ··· J. Goldemberg and H.M. Nussenzveig
- N<sup>o</sup> 16 – Note on the Gamma Decay of Neutral Pions ··· J. Tiomno
- N<sup>o</sup> 17 – Non Conservation of Parity and the Universal Fermi Interaction ··· J. Tiomno
- N<sup>o</sup> 18 – Determinação do Cs<sup>136</sup> na água da chuva do Rio de Janeiro ··· L. Marquez, Neyla Costa e Ivone G. de Almeida
- N<sup>o</sup> 19 – The Formation of <sup>22</sup>Na from Atmospheric Argon by Cosmic Ray ··· L. Marquez, N.L. Costa and Ivone G. de Almeida

- N<sup>o</sup> 20 –  $\mu$ -Meson Decay with Non-Conservation of Parity ··· Erasmo M. Ferreira
- N<sup>o</sup> 21 – On the Capture of Negative Muons by Light Nuclei ··· J. Leite Lopes
- N<sup>o</sup> 22 – Scattering of Nucleons by Nuclei in the 30 MeV Region ··· L.R.B. Elton and L.C. Gomes
- N<sup>o</sup> 23 – Energy Spectrum of Pions and Polarization of Muons and Electrons in the  $K\mu_3$  and  $K_{e3}$  Decay ··· S.W. Mac-Dowell
- N<sup>o</sup> 24 – Note on the Interaction of Elementary Particles ··· J. Leite Lopes
- N<sup>o</sup> 25 – Polarization of Cosmic Ray  $\mu$ -Meson: Experiment ··· George W. Clark and Juan Hersil
- N<sup>o</sup> 26 – Angular Correlation in the  $\pi \mu$ -e Decay\* of Cosmic Ray Mesons ··· P.H. Fowler, P.S. Freir, C.M. G. Lattes, E.P. Ney and S.J. St. Lorant
- N<sup>o</sup> 27 – Presence of  $^{57}\text{Co}$  in the Atmosphere ··· L. Marquez, N.L. Costa and I.G. de Almeida
- N<sup>o</sup> 28 – Uncertainty Relation and Diffraction by a Slit\* ··· Guido Beck and H.M. Nussenzveig

VOLUME II  
(1958)

- N<sup>o</sup> 1 – Beziehungen Zwischen Klassischen und Relativistischen Invarianoperation ··· H. Zocher, C. Torok and G. Beck

\*Out of Print

- |                   |  |  |
|-------------------|--|--|
| N <sup>o</sup> 2  | – Properties of Nuclear Matter   | L.G. Gomes, J.D. Walecka and V.F. Weisskopf                      |
| N <sup>o</sup> 3  | – Measurements of $(\gamma, d)$ and $(\gamma, np)$ Reactions In the Threshold Region | ... J. Goldemberg and L. Marquez                                 |
| N <sup>o</sup> 4  | – Rapid Decrease of Cosmic Ray Intensity   | ... Ricardo A.R. Palmeira and Robert W. Williams                 |
| N <sup>o</sup> 5  | – $\pi$ -e Decay and the Iniversal Fermi Interaction                                 | ... Colber G. Oliveira, J. Tiomno                                |
| N <sup>o</sup> 6  | – Cobalt-60 from Thermo-nuclear Tests in the Atmosphere                              | ... Luis Marquez, Neyla Leal da Costa and Ivone de Almeida       |
| N <sup>o</sup> 7  | – Radioisotopes from Fusion in Rain Water: Co Mn54 and Co                            | ... L. Marquez, N.L. Costa, and I.G. Almeida                     |
| N <sup>o</sup> 8  | – Angular Correlation in the Decay of Pions and Muons                                | ... G.M.G. Lattes  |
| N <sup>o</sup> 9  | – A Cosmic Ray Jet in the 1015 Electron Volt Energy Range                            | ... P. Fowler, P.S. Freier, C. Lattes, E.P. Ney and P.H. Perkins |
| N <sup>o</sup> 10 | – A Model of the Universal Fermi Interaction   | ... J. Leite Lopes   |
| N <sup>o</sup> 11 | – Note on Leptonic Decay of Pion   | ... Prem Prakah  |
| N <sup>o</sup> 12 | – Nuclear Emulsion Processing and Leading with Metal Versene Complex                 | ... H.C. de Carvalho and A.G. da Silva                           |
| N <sup>o</sup> 13 | – Search for the Electronic Decay of the Positive Pion                               | ... H.L. Anderson and G.M.G. Lattes                              |
| N <sup>o</sup> 14 | – Diffusion of $^{bf}214$ in Nuclear Emulsion  | ... E.F. Pessoa and N. Margem                                    |

- N<sup>o</sup> 15 – Anion-Exchange Studies with Actinium and Lanthanides in Nitrate Solutions\* ... J. Danon
- N<sup>o</sup> 16 – Radioative Correction to Pion Decay ... Prem Srivastava
- N<sup>o</sup> 17 – Distribuição Angular em Processos de Remoção de um Neutron do Be<sup>9</sup> a Baixas Energias ... A.G. de Pinho Filho
- N<sup>o</sup> 18 – A Stochastic Theory of Chromatography\* ... J. Danon H. Macedo, A.L. Zamith
- N<sup>o</sup> 19 – On the Coupling Between ( $\Lambda, p$ ) Field and the K-Meson Field ... E.M. Ferreira
- N<sup>o</sup> 20 – On the Shifts and Isotropic Spin Analyses of the Scattering of K<sup>+</sup>-Mesons by Nucleons ... E.M. Ferreira
- N<sup>o</sup> 21 – Sideral Anisotropy of High Energy Cosmic Rays Near the Equator I. Escobar, V.N. Nerurkar and R. Weil
- N<sup>o</sup> 22 – The Desintegration of Ga73 ... J. Goldemberg, L. Marquez, E. W. Cybulska, N.L. Costa, I. G. Almeida
- N<sup>o</sup> 23 – Effect of Non-Locality in Fermi Interactions Due to Vector Mesons on the Decay  $\Sigma \rightarrow p + \gamma$  and  $\mu \rightarrow e + \nu + \bar{\nu}$  ... P. Prakash, A.H. Zimmerman
- N<sup>o</sup> 24 – Hyperfine Produced by K<sup>0</sup> Mesons from K<sup>+</sup> Charge Exchange ... M. Baldo Ceolin, H. Huzita, S. Natali, U. Camerini and W. F. Fry

\* Out of Print.

N<sup>o</sup> 25 – On the Masses of Elementary Particles      ... Abdus Salam and J. Tiomno

N<sup>o</sup> 26 – The Poles of the S-Matrix of a Rectangular Potencial Well or Barrier      ... H.M. Nussenzveig

VOLUME V  
(1959)

N<sup>o</sup> 1 – The Decay of  $Tl^{44}$       ... E.W. Cybulska  
and L. Marenez

N<sup>o</sup> 2 – Correlated Polarization of Muons in  $K \mu 3$  Decay      ... S.W. Mac-Dowell

N<sup>o</sup> 3 – On the Analytic Properties of Partial Amplitudes      ... S.W. Mac-Dowell

N<sup>o</sup> 4 – The Attractive  $K^-$ -Meson Proton Interactin      ... Erasmo M. Ferreira

N<sup>o</sup> 5 – On Anomalous Magnetic Moment of Nucleons      ... Colber G. de Oliveira

N<sup>o</sup> 6 – Determination of the Stability Constants of Thorium Mitrato Complexes with Anion Exchange Resins      ... J. Danon

N<sup>o</sup> 7 – Paper Chromatography of Inorganic Ions in Nitrate Media I-Scandium, Yttrium, Actinium and the Lanthanidos      ... J. Danon and M.C.Levi

- N<sup>o</sup> 8 – The Imaginary Part of the Optical Potential ... L.C. Gomes
- N<sup>o</sup> 9 – Analysis of the Solar Daily Variation of the Primary Cosmic Radiation the Igy Neutron Monitor ... Lêda A. de Moura, Georges Scheachheim and Erich R. Willner
- N<sup>o</sup> 10 – Algebras of Finite Differential Order and the Operational Calculus ... Leopoldo Nachbin
- N<sup>o</sup> 11 – The form Factors in  $K\mu_3$  and  $Ke_3$  Decay ... E.W. Cybulska and L. Marquez
- N<sup>o</sup> 12 – Gamma rays in the decay of  $^{141}\text{Nd}$  ... E.W. Cybulska and L. Marquez
- N<sup>o</sup> 13 – Decay of  $\Lambda \rightarrow n + \gamma$  through Non Local Fermi Interactions Due to Vector Mesons ... J.L. Acioli
- N<sup>o</sup> 14 – On the Observation of  $\pi$ -Mesons Emitted in the Interaction in Emulsion of  $K^-$ -Mesons ... M.C. Amerighi, F. Baldassero M. Beniston, A. Bonetti, D.N. Davis, M. Di Corato, C. Dilworth, F. Ferreira, E. Frota Pessoa, W.R. Lasich, N. Raina M. René, J. Sacton and A.E. Sichirollo.
- N<sup>o</sup> 15 – Paper Chromatographic Ions in Nitrate Media II – Separation of Se – Te  $P_0$  and RaD – RaE  $P_0$  ... M.C. Levi and J. Danon
- N<sup>o</sup> 16 – Alguns resultados recentes sobre equações Diferenciais Parciais Lineares de Coeficientes Constantes ... Leopoldo Nachbin
- N<sup>o</sup> 17 – On the Physical Interpretation of Complex Poles of the S-Matrix – I ... G. Beck and H.M. Nussenzveig

- N<sup>o</sup> 18 – Note on the Effects  
Polarization of an In-  
cident Photon Beam on  
the Azimuthal Angular  
Distribution of the  
( $\gamma$ N) Reaction Products      ... A.G. de Pinho  
A.G. de Pinho Filho
- N<sup>o</sup> 19 – Causality and Dispersion  
Relations for fixed Mo-  
mentum Transfer      ... H.M. Nussenzveig
- N<sup>o</sup> 20 – Nuclear Interactions of  
Neutral K-Mesons of  
Long Lifetime II      ... V. Bisi, R. Coster, A. De Bene-  
detti, C.M. Carelli, N. Margem  
B. Quassiaty and M. Vigone
- N<sup>o</sup> 21 – Phase Space Calculations      ... G.E.A. Fialho

B. MONOGRAPHS

- I** - J. LEITE LOPES, Introdução à Teoria Atômica da Matéria (1952, Esgotada) (1958, Edição do “Ao Livro Técnico LTDA”, R.J.).
- II** - L. ROSENFELD, Classical Statistical Mechanics (1953).
- III** - R.P. FEYNMAN, Física Nuclear Teórica (1954).
- IV** - J. LEITE LOPES, Fundamentos da Eletrodinâmica Clássica (1959).
- V** - J. LEITE LOPES, Introdução à Eletrodinâmica Quântica (to be published next August) (1960).

C. ARTIGOS DO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS PUBLICADOS EM REVISTA NACIONAIS E ESTRANGEIRAS.

1. - ANDERSON, H.L. e C.M.G. Lattes – Search for the electronic decay of the positive pion. II Nuovo Cimento, serv. 10, 6(6): 1356-81, dez. 1957.
2. - ARAGÃO, M.B.; E. Frota Pessoa e N. Margem – A new radioactive method for marking mosquitoes. Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais, 5(1): 69-73, 1952.
3. - BOLDO-COHN, M. e outros – Hyperfragments produced by  $k^0$  mesons from  $K+$  charge exchange 16 p. AECU-3838, 1958. Physical Review, 112(6): 2118-21, 15 dez. 1958.
4. - BARROS, F. de S. e outros – An investigation of some (He,d) reactions in light nuclei at 5.2 MeV. Proceedings of the Physical Society (London) 75:291-302, 1960.
5. - BARROS, F. de S. e outros – The reactions  $^{27}\text{Al}(p,p)^{27}\text{Al}$  and  $^{27}\text{Al}(,p)^{30}\text{Si}$ , Proceedings of the Physica; Society (London) 73:793-799, 1959.
6. - BECK, Guido – Ohm's law and definition of metallic state. Notas de Física, 3(3):1-8, 1956.
7. - BECK, Guido – Quantum theory of the emission process. II Nuovo Cimento, ser. 10, 1(1):70-81, jan. 1955.
8. - BECK, Guido – Remark on the momentum of a phonon, Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 26:65-68, 1954.
9. - BECK, Guido e H.M. Nussenzveig – Uncertainty relation and diffraction by a slit. II Nuovo Cimento, se. 10,9, 9(6); 1068-76, 16 set. 1958.
- 10 - BOHM, D.; R. Schiller e J. Tiomno – A causal interpretation of the Pauli equation (A) II Nuovo Cimento, ser. 10, Suppl. 1, 1:48-66, 1955.
11. - BRANDÃO, G.A.G.A, e outros – On the employment of liquid emulsion in the titration of uranium from radioactive minerals. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 25(2):99-106, 1953.
12. - BUDINI, P. e G. Molière – Concord of cosmic ray components in the atmosphere, New research techniques in physics. Rio de Janeiro, UNESCO, 1954 p. 59-70.
13. - CAMERINI, U. e outros – Isotropic exchange and evolution of metal surfaces in electrolic solutions. Journal de Chimie Physique et de Physico-Chimie Biologique, 54-527-32, 1957.
14. - CARVALHO, H.G. de e A.G. da Silva – Nuclear emulsion procesing and loading with metal versene complex. Notas de Físicas, 4(12):15, 1958.

15. - CARVALHO, H.G. de e Jerome I. Friedman – Range of 208 + 4 new protons in G5 nuclear emulsion. Review of Scientific Instruments, 26:261-3, mar. 1955.
16. - CLARK, George W. e Juan Hersil – Polarization of cosmic-ray mesons: experiment. Physical Review, 108:1538-55, 15 dez. 1957.
17. - DANON, J. – Anion-exchange studies with actinium and lanthanide in nitrate solutions. Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry, 7:422-4, 1958.
18. - DANON, J. – Determination of the stability constants of Thorium nitrate complexes with anion-exchange resins – Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry, 13:112, 1960.
19. - DANON, J. e M.C. Levi – Paper chromatography of inorganic ions in nitrate media – I – Scandium Yttrium, actinium and the lanthanides – Journal of Chromatography, 3:193, 1960.
20. - DAVIDSON, J.P. – The anomalous large angle scattering of mesons. II Nuovo Cimento, ser. 9, 11:205-6, fev. 1954.
21. - DAVIDSON, J.P. e J.J. Giambiagi – The first excited states of the  $C^{13}-N^{13}$  mirror pair. Revista de la Union Matematica Argentina. 18(2):54-63, 1957.
22. - DAVIDSON, J.P. – The photonuclear effect and the complex potential well nuclear model. Nature, London, 176:649-50.
23. - DE BRONZINI, L.T. – Sulla propagazione di un segnale luminoso in un mezzo anisotropo, An. Acad. Bras. Ciências, vol. 25:347-351, 1953.
24. - ELTON, L.R.B. e L.C. Gomes – Scattering of nucleons by nuclei in the 30 Mev region. The Physical Review, 105:1027-33, 1957.
25. - ESCOBAR, V.I. e outros – Cosmic-ray characteristics registered in Chacaltays during unusually high solar activity, Journal of Geophysical Research, 65:1385-1390, 1960.
26. - ESCOBAR, V.I. e outros – Sideral anisotropy of high energy cosmic rays near the equator. Notas de Física, 4(21):1-17, 1958.
27. - FERREIRA, E.M. – K-Meson-Proton interaction, II Nuovo Cimento 11:880-881, 1959.
28. - FERREIRA, E.M. – meson decay with non-conservation of parity. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 29(4):531-4, 1957.
29. - FERREIRA, E.M. – On the coupling between ( $\rho$ , p) field and the K-meson field. II Nuovo Cimento, ser. 10, 8(2):350-1, 16 de abril 1958.
30. - FERREIRA, E.M. – On the phase shifts and isotropic spin analyses of the scattering of  $K^\pm$  mesons by nucleons. Nota de Física 4(20):1-11, 1959.

31. - FERREIRA, E.M. – Radiation field of an oscillating dipole. I. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 28(1):83-94, 1956.
32. - FEYNMAN, R.P. – Atomic theory of liquid helium near absolute zero. The Physical Review, 91:1301-8, 1953.
33. - FIALHO, G.E.A. – On the low energy mu-mesons from pi-meson decay. New Research Techniques in Physics. Rio de Janeiro, UNESCO, 1954: p.275-278.
34. - FIALHO, G.E.A. e J. Tiomno – Gamma radiation emitted in the Pi-decay. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 24(3):245-8, 1952.
35. - FOWLER, P.H. e outros – Angular correlation in the decay of cosmic ray meons. II Nuovo Cimento, ser. 10,6(1):63-8, jul. 1957.
36. - FOWLER, P.H. e outros – A cosmic ray jet the  $10^{12}$  ev energy range. II Nuovo Cimento, ser. 10, suppl. 2, 8:275, 1958.
37. - FRAU, Damian C., Les poles de la matrice S d'un filtre interferential, Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 25:61-63, 1953.
38. - FROTA PESSOA, E. e outros – (European collaboration) – On the observation of pi-mesons emitted in the interaction in emulsion of K-mesons, II Nuovo Cimento, ser. 10, 12:91-95 1059.
39. - FROTA PESSOA, E. e N. Margem – Diffusion of Pb 214 in nuclear emulsion. II Nuovo Cimento, ser. 10,10(6):1039-48,16 dez. 1958.
40. - FROTA PESSOA, E. – Note on the diffusion of radielements in nuclear emulsion. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 25:337-41, 1953.
41. - GIAMBIAGI, J.J. e J. Tiomno – Non relativistic equation for particles with spin I. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 26(2):327-34, 1955.
42. - GIAMBAGI, J.J. – Note on the non relativistic equation for spin 1/2 and 1 particles with anomalous magnetic moment. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 27(3):271-7, 1955.
43. - GOLDEMBERG, J. e outros – The desintegration of GA 73. Nuclear Physics, 10(1):28-32, 1 fev. 1959.
44. - GOLDEMBERG, J. e J. Leite Lopes – The harmonic mean energy for photon absorption by nuclei. II Nuovo Cimento, ser. 9,12:817-18 nov. 1954.
45. - GOLDEMBERG, J. e J. Leite Lopes – Shall effect on photonuclear reactions. The Physical Review, 99:1053-5, 1 ag. 1955.
46. - GOLDEMBERG, J. e L. Marquez – Measurements of (d) and (np) reactions in threshold region. Nuclear Physics, 7:202-8, 2 jun. 1958.

47. - GOLDEMBERG, J. e H.M. Nussenzveig – On the possibility of experimental observation of diffraction in time effects, Revista Mexicana de Física, 6(3):117-26, jul. 1957.
48. - GOMES, L.C. e J. Leite Lopes – High energy neutron reactions and the nuclear optical model. II Nuovo Cimento, ser. 10, 1:792-9 maio 1955.
49. - GOMES, L.C. e outros – Properties of nuclear matter. Annals of Physics, 3(3):241-74, mar. 1958.
50. - HARRIS, F.B. e I. Escobar V. – Directional Intensities of positive and negative mesons in the atmosphere. The Physical Review, 104(2):542, 15 out. 1956.
51. - HARRIS, F.B. e I. Escobar V. – East-west asymmetry of positive and negative mesons at the geomagnetic equator. The Physical Review, 100(1):255-68. 1 out. 1955.
52. - LATTES, C.M.G. – Angular correlation in decay of pions and muons. Notas Física, 4(8):1-19, 1958.
53. - LEITE LOPES, J. Capture of negative muons by light nuclei. The Physical Review, 109(2):509-14, 15 jan. 1958.
54. - LEITE LOPES, J. – Inversion operations in quantum field theory – Contribuciones Científicas, Serie Física, 1(N).
55. - LEITE LOPES, J. – A model of the universal Fermi interaction. Nuclear Physics, 8(2):234, 2 set. 1958.
56. - LEITE LOPES, J. – Note on the interaction of elementary particles. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 29(4):521-30 1957.
57. - LEITE LOPES, J. e R.P. Feynman – On the pseudoscalar meson theory of the deuteron, New research techniques in physics. Rio de Janeiro, UNESCO, 1954, pg. 521-54.
58. - LEITE LOPES, J. – On the particle picture of quantized Bose field, Anais da Academia Brasileira de Ciências, 23:39, 1951.
59. - LEITE LOPES, J. – Formalismo canônico covariante de eletrodinâmica de Maxwell. Anais da Academia Brasileira de Ciências – 22:Nº 4, 1950.
60. - MAC DOWELL, S.W. – From factors in  $K_{-3}$  decay, Physical Review, 116:1047, 1959.
61. - MAC DOWELL, S.W. – Analytical properties of partial waves in meson-nucleon scattering, Physical Review, 116:774, 1959.
62. - MAC DOWELL, S.W. e J.J. Giambiagi – Elastic scattering of particles. II Nuovo Cimento, ser 10,4(6)1594-6, dez. 1956.

63. - MAC DOWELL, S.W. – Energy spectrum of pions and polarization of muons and electrons in the  $K^+$  and  $K^-$  decay. II Nuovo Cimento, ser. 10,6(6):1445-60, dez. 1957.
64. - MAC DOWELL, S.W. – Equação de Proca em coordenadas esféricas. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 27(3):279-84, set. 1955.
65. - MAC DOWELL, S.W. – Polarization of spin one particles – Anais Academia Brasileira de Ciências, 28(1):71-81, 1956.
66. - MAC DOWELL, S.W. e J. Tiomno – Polarization of spin one particles by nuclear scattering. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 28(2):157, 1956.
67. - MACEDO, H.; A.L. Zamith e J. Danon – A stochastic theory of chromatography. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 40(4):LVIII, 1958 (Resumo das comunicações).
68. - MARQUEZ, A.; N. Margem e G.A.B. Garnier – Mean free path of 4,3 MeV – meson in nuclear emulsions. II Nuovo Cimento, ser. 10, 5(1):291-2, jan. 1957.
69. - MARQUEZ, L. – Angular correlations in High energy fissions II Nuovo Cimento, ser. 10, 5(6):1946-50, jun. 1957.
70. - MARQUEZ, L.; Neyla Leal da Costa e Ivone G. de Almeida –  $C^{60}$  from thermonuclear test in atmosphere. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 30(3):307-10, 1958.
71. - MARQUEZ, L.; Neyla Leal da Costa e Ivone G. de Almeida – Determinações de  $Co^{137}$  na água da chuva do Rio de Janeiro, Anais da Academia Brasileira de Ciências, 19(3):361-3, 1957.
72. - MARQUEZ, L.; Neyla Leal da Costa e Ivone G. de Almeida – Presence of  $Co^{57}$  in the atmosphere. II Nuovo Cimento, ser. 10, 11(1):111-2, 1 jan. 1959.
73. - MARQUEZ, L.; Neyla Leal da Costa e Ivone G. de Almeida – Radioisotopes from fusion in rain water:  $Co^{57}$ ,  $Mn^{54}$  e  $Co^{50}$ . In Conferência Internacional de Energia Atômica para fins pacíficos, 2. Genebra, 1958 – Proceedings, V. 18. Genebra, 1958, p. 586-7.
74. - MARQUEZ, L. e Neyla Leal da Costa – The Formation of P32 from atmosphere argon by cosmic rays. II Nuovo Cimento, ser. 10, 2(5):1038-41, nov. 1955.
75. - MARQUEZ, L. e Neyla Leal da Costa – On the production of radioactivity in rocks by cosmic rays. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 29(2):225-7, 1957.
76. - MARQUEZ, L. e outros – The formation of  $Na^{22}$  from atmospheric argon by cosmic rays. II Nuovo Cimento, ser. 10, 6(6):1292-5 dez. 1957.
77. - MARQUEZ, L. – On the interpretation of high fission – Proceedings of the Physical Society, p.7, 270:546-8, jul. 1957.

78. - MARQUEZ, L. – On the mechanism of fission at very high energy. II Nuovo Cimento, ser. 9, 12:288-9, ago. 1954.
79. - MARQUEZ, L. – The ring focus in the spiral orbit spectrometer. II Nuovo Cimento, ser. 10, 1(5):785-91, 1955.
80. - MOLIERE, G. – On the spread of the soft component of cosmic radiation. Physics Review, 93:636, 1 fev. 1954.
81. - MOSSIN KOTIN, Cecilia – Localization of a quantized field and its fluctuations – Anais da Academia Brasileira de Ciências vol. 27:395-403, 1955.
82. - MOSSIN KOTIN, Cecilia – Sur les fluctuations d'un champ quantique et la structure due photon, Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Paris, t. 242:71-73, 1956.
83. - NUSSENZVEIG, H.M. – The poles of the S-Matrix of a rectangular potential well or barrier. Nuclear Physics, 11(3):499-521, 1 jun. 1959.
84. - NUSSENZVEIG, H.M. – Solution of a diffraction problem – Philosophical Transactions of the Royal Society of London 252:1-51, 1959.
85. - NUSSENZVEIG, H.M. – Causality and dispersion relations. Physics 26: N<sup>o</sup> 4. 1959.
86. - OLIVEIRA, Colber – On anomalous magnetic moment of nucleons. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 31:181-190, 1959.
87. - OLIVEIRA, Colber G. e J. Tiomno – decay and the universal Fermi interaction. Anais da Academia Brasileira de Ciências 30(4):455-63, 1958.
88. - PALMEIRA, R.A.R. e R.W. Williams – Rapid decrease of cosmic-ray intensity. II Nuovo Cimento, ser. 10, 8(2):342-5, 16 abril 1958.
89. - PINHO FILHO, A.ZG. de – Effects of photon polarization on the azimuthal angular distribution in ( $\gamma, N$ ) reactions, Nuclear Physics, 1960.
90. - PINHO FILHO, A.G. de – Distribuição angular em processos de remoção de um neutron do  $\text{Be}^9$  a baixas energias. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 31(1):I-16, 1959.
91. - PRAKASH, Prem e A.M. Zimerman – Effect of non-locality in Fermi interaction due to vector mesons on the decays Anais da Academia Brasileira de Ciências, 31(2):163-70, 1959.
92. - PRAKASH, Prem e Zimerman, A.M. – The  $p$  decay induced by heavy vector mesons. II Nuovo Cimento, ser. 10, 11:869-9-871, 1959.
93. - PRAKASH, Prem – Note on leptonic decay of pion. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 30(4):451-3, 1958.

94. - PRAKASH, Prem – Radiative correction to pion decay, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 31(2):171-79, 1959.
95. - RAWTSCHER, George N. – Effect of the finite size of the nucleus on pair productions by gamma-rays. *Physical Review*, 101:423-6, 1 jan. 1956.
96. - RAWTSCHER, George H. – Pair-creation cross section of spin one-half particles possessing an anomalous magnetic moment. *The Physical Review*, 107(1):274-6, 1 jul. 1957.
97. - SALAM, Abdus e J. Tiomno – On the masses of elementary particles. *Nuclear Physics*, 9(4):585-7. 2 jan. 1959.
98. - SCHWARTZ, Helmut – The light sensitivity of a self-quenching glass Geiger tube with external cathode. *Zeitschrift für Physik*, 143-540-5, 1953 (em alemão).
99. - SCHWARTZ, Helmut – Methods of obtaining high vacuum by ionization construction of an “Electronic Pump”. *New research techniques in Physics*. Rio de Janeiro – UNESCO 1954 – p. 405-10.
100. - SIRLIM, A. – Spectrum of target Brems Strahlung at small angles. *The Physical Review*, 106(4):637-45, 15 maio 1957.
101. - SOUZA SANTOS, M.D. e outros – Studies on the nuclear photo-effect. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 27(4):437-10, 1955.
102. - TIOMNO, J. – Diagrams for processes involving hyperons. *The Physical Review*, 103(5):1589-90, 1 set. 1956.
103. - TIOMNO, J. – Invariance of field theory under time inversion, Rio de Janeiro – Centro Brasileira de Pesquisas Físicas, 1954. 24 f. num. (Notas de Física nº 16).
104. - TIOMNO, J. – Mass reversal and the universal interaction. *Il Nuovo Cimento*, ser. 10, 1(2):227-32, jan. 1955.
105. - TIOMNO, J. – Non conservation of parity and the universal Fermi interaction. *Il Nuovo Cimento*, ser. 10, 6(4):912-6, out. 1957.
106. - TIOMNO, J. – Non relativistic equation for charges particles with spin 3/2. Rio de Janeiro, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 1952, 9 p. (Notas de Físicas nº 9).
107. - TIOMNO, J. – Note on the gamma decay of neutral pions. *Il Nuovo Cimento*, ser. 10, 6(1):144-9, jul. 1957.
108. - TIOMNO, J. – on the theory of hyperons and K-mesons. *Il Nuovo Cimento*, ser. 10, 6(1):69-83, jul. 1957.
109. - TIOMNO, J. – Relativistic theory of spinning point particles *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 27(3):259-69.

110. - WATAGHIN, G. – On a non-local relativistic quantum theory of fields. Il Nuovo Cimento, ser, 10, 5(4):810-41, abril 1957.
111. - ZOCHER, H.; C. Torok e G. Beck – Beziehungen swischen Klassischen und relativistischen Invarianzoperationem, Notas de Física 4(1):1-13, 1958.