

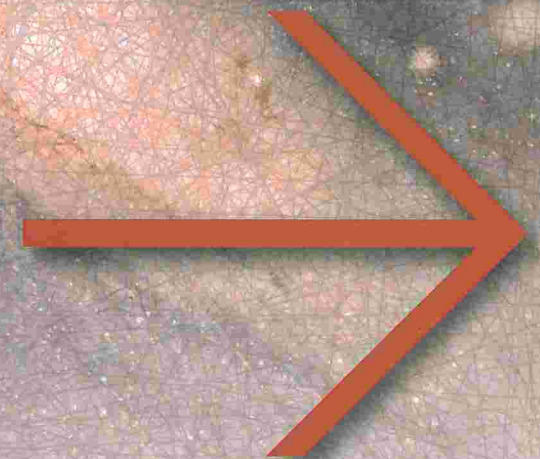
ICRA



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

Icra



Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica

Pesquisadores visitantes →

[2005]

ROLAND TRIAY (Centre de Physique Théorique CTP / Université de Marseille)

JEAN-PIERRE GAZEAU (Université Paris Diderot-Paris 7)

PATRICK PETER (Laboratoire APC – AstroParticules et Cosmologie, Université Paris 7 – CNRS)

TOMISLAV PROKOPEC (Utrecht University)

AURORA PEREZ MARTINEZ (Instituto de Cibernética, Matemática y Física – ICIMAF)

JEAN-PAUL MBELEK (Centre d'Etudes de Saclay)

JEROME MARTIN (Laboratoire APC – AstroParticules et Cosmologie, Université Paris 7 – CNRS)

KIRILL ALEXANDROVITCH BRONNIKOV (D. I. Mendeleyev Institute for Metrology)

GIUSEPPE DITO (Perimeter Institute for Theoretical Physics)

JUAN ESTRADA (Fermi National Accelerator Laboratory – FERMILAB)

VITÓRIO DE LORENCI (Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI)

SANTIAGO E. P. BERGLIAFFA (Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ)

RENATO KLIPPER (Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI)

SÉRGIO JORÁS (Universidade Estadual de Santa Catarina – UESC)

HERMAN J. MOSQUERA CUESTA (Colômbia)

[2006]

ROMAN JACKIN (Center for Theoretical Physics – MIT)

JEAN-PIERRE GAZEAU (Université Paris Diderot-Paris 7)

DIMITRI GALT'SOV (State University of Moscow)

SILKE WEINFURTNER (Victoria University of Wellington)

SLAVA MUCKANOV (LMU Munich)

ALEXANDER DOLGOV (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – INFN)

VOLODIA BELINSKI (ICRA, Italia)

ROLAND TRIAY (Centre de Physique Théorique – CTP/ Université de Marseille)

THOMAS BUCHERT (LMU Munich)

MARTIN BOJOWALD (Max Planck Institute of Colloids and Interface)

LEV TITARCHUK (U.S. Naval Research Laboratory – NRL)

MASSIMO DELLA VALLE (University of Missouri)

REMO RUFFINI (ICRANet)

HENRI HUGHES FLICHE (Université de Provence)

UGO MOSCHELLA (Università dell'Insubria – Uninsubria)

BAHRAM MASHHOON (University of Missouri)

J. M. SOURIAU (Université de Provence)

J. G. PEREIRA (Universidade Estadual Paulista – UNESP)

[2007]

HERMAN J. MOSQUERA CUESTA (Colômbia)

EDUARDO SERGIO SANTINI (Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN)

JOÃO BRAGA (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE)

THYRSO VILLELA NETO (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE)

FRANCISCO JOSÉ AMARAL VIEIRA (Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA)

RICHARD KERNER (Université Paris 6 Pierre et Marie Curie)

JEAN FRANÇOIS EISENTAEDT (Université Paris 6 Pierre et Marie Curie)

LARRY FORD (Tufts University)

CHRISTIAN CORDA (Università di Pisa)

WINFRIED ZIMDAHL (Universidade Federal do Espírito Santo – UFES)

CARLOS ROMERO (Universidade Federal da Paraíba – UFPB)

ANTÔNIO CANDIDO DE CAMARGO GUIMARÃES JUNIOR (Universidade de São Paulo – USP)

[2008]

CARLOS ALEXANDRE WUENSCHÉ

(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE)

THYRSO VILLELA NETO (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE)

ROLAND TRIAY (Centre de Physique Théorique – CTP / Université de Marseille)

WOLFGANG KUNDT (Argelander Institute für Astronomie)

EDUARDO ROZO (Ohio State University)

WINFRIED ZIMDAHL (Universidade Federal do Espírito Santo – UFES)

LUC BLANCHET (Institut d'Astrophysique de Paris)

LARRY FORD (Tufts University)

BASÍLIO XAVIER SANTIAGO (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)

ROBERTO COLISTETE JÚNIOR (Universidade Federal do Espírito Santo – UFES)

LUIZ RAUL WEBER ABRANO (Universidade de São Paulo – USP)

A. A. STAROBINSKY (Landau Institute for Theoretical Physics)

ALEJANDRO PEREZ (Universitat de Barcelona)

ANTHONY CHALLINOR (University of Cambridge)

FRANCIS BERNARDEAU (Institut de Physique Théorique – IPT)

DANIEL PASCAL CHARDONNET (Université de Savoie)

EDMUNDO MARINHO DO MONTE (Universidade Federal da Paraíba – UFPB)

JOEL BATISTA DA FONSECA (Universidade Federal da Paraíba – UFPB)

JAILSON ALCANIZ (Observatório Nacional)

REMO RUFFINI (ICRANet)

J. NARLIKAR (Inter-University Center for Astronomy & Astrophysics – IUCAA)

R. SHETH (International Center for Theoretical Physics – ICTP / University of Pennsylvania)

UGO MOSCHELLA (Università dell'Insubria – Uninsubria)

VOLODIA BELINSKI (ICRA, Itália)

A. TREVES (Università dell'Insubria – Uninsubria)

E. KOLB (Fermi National Accelerator Laboratory – Fermilab)

V. N. MELNIKOV (Center for Gravitation and Fundamental Metrology – VNIIMS)

E. ELBAZ (Université de Lyon)

ROLAND TRIAY (Centre de Physique Théorique – CTP / Université de Marseille)

S. E. P. BERGLIAFFA (Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ)

[2009]

PABLO LAGUNA (Georgia Tech Center for Relativistic Astrophysics)

SERGUEI KRASNIKOV (The Central Astronomic Observatory)

UGO MOSCHELLA (Università dell'Insubria – Uninsubria)

CARLOS PINHEIRO (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ)

ROLAND TRIAY (Centre de Physique Théorique CTP / Université de Marseille)

THYRSO VILLELA NETO (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE)

FRED COOPERSTOK (University of Victoria)

ILYA L. SHAPIRO (Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF)

LUIS HERRERA (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas – IVIC)

BASÍLIO XAVIER SANTIAGO (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRG)

JÚLIA MÔNICA CAMPA ROMERO (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)

EDUARDO SERRA CYPRIANO (Instituto Astronômico e Geofísico da USP)

ALONSO SEPULVEDA (Universidad de Antioquia)

R. KERR (ICRANet)

ERIC HUGUET (Université Paris Diderot-Paris 7)

ELISABETE M. GOUVEIA DAL PINO (Universidade de São Paulo – USP)

CHRISTIANE FRIGÉRIO MARTINS (Universidade Federal do ABC)

GUSTAVO ESTEBAN ROMERO (Instituto Argentino de Radioastronomía)

KJELL OLOV ROSQUIT (Suécia)

AURORA PEREZ (Instituto de Cibernética, Matemática y Física – ICIMAF)

OLIVIER PIGUET (Universidade Federal do Espírito Santo – UFES)

ANTONY VALENTINI (USA)

KIRILL ALEXANDROVITCH BRONNIKOV (D. I. Mendeleev Institute for Metrology)

JEAN-PIERRE GAZEAU (Université Paris Diderot-Paris 7)

continua →

Equipe do
Icra →

MARIO NOVELLO

NELSON PINTO NETO

JOSÉ MARTIN SALIM

NAMI FUX SVAITER

LUIZ ALBERTO OLIVEIRA

SÉRGIO JOFFILY

MARTIN MAKLER

FELIPE TOVAR FALCIANO

BARTOLOMEU FIGUEIREDO

Pesquisadores
visitantes
2005-2009 →

ICRA

Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

ICRA



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação



CESAR LATTES PRODUZIU O "MESON" ARTIFICIAL EM 9 DIAS DE TRABALHO

A Descoberta do Jovem Cientista Brasileiro Abriu o Caminho Para a Fisica Ultra-Nuclear — Uma Das Conquistas Mais Importantes da Ciencia Moderna — Perspectivas Ilimitadas — Falou o DIARIO CARIOCA o Proff. José Leite de Moraes Escola de Filosofia

Cesar Lattes

O POVO E OS ESTUDANTES COM VIVAS O DESCOBERTOR

Nenhum representante do governo chegou ao desembarque de Cesar Lattes — 1ª portagem — A ciencia a serviço da patria



ERAM
MESON
Educação
ações à re-
o futuro

Sumário →

Apresentação

O que é o ICRA?

Missão

Cosmologia, Relatividade e Astrofísica

Eventos 2005 | 2012

Atividades

BSCG

PMC

Produção científica 2005 | 2012

Workhops

Divulgação científica

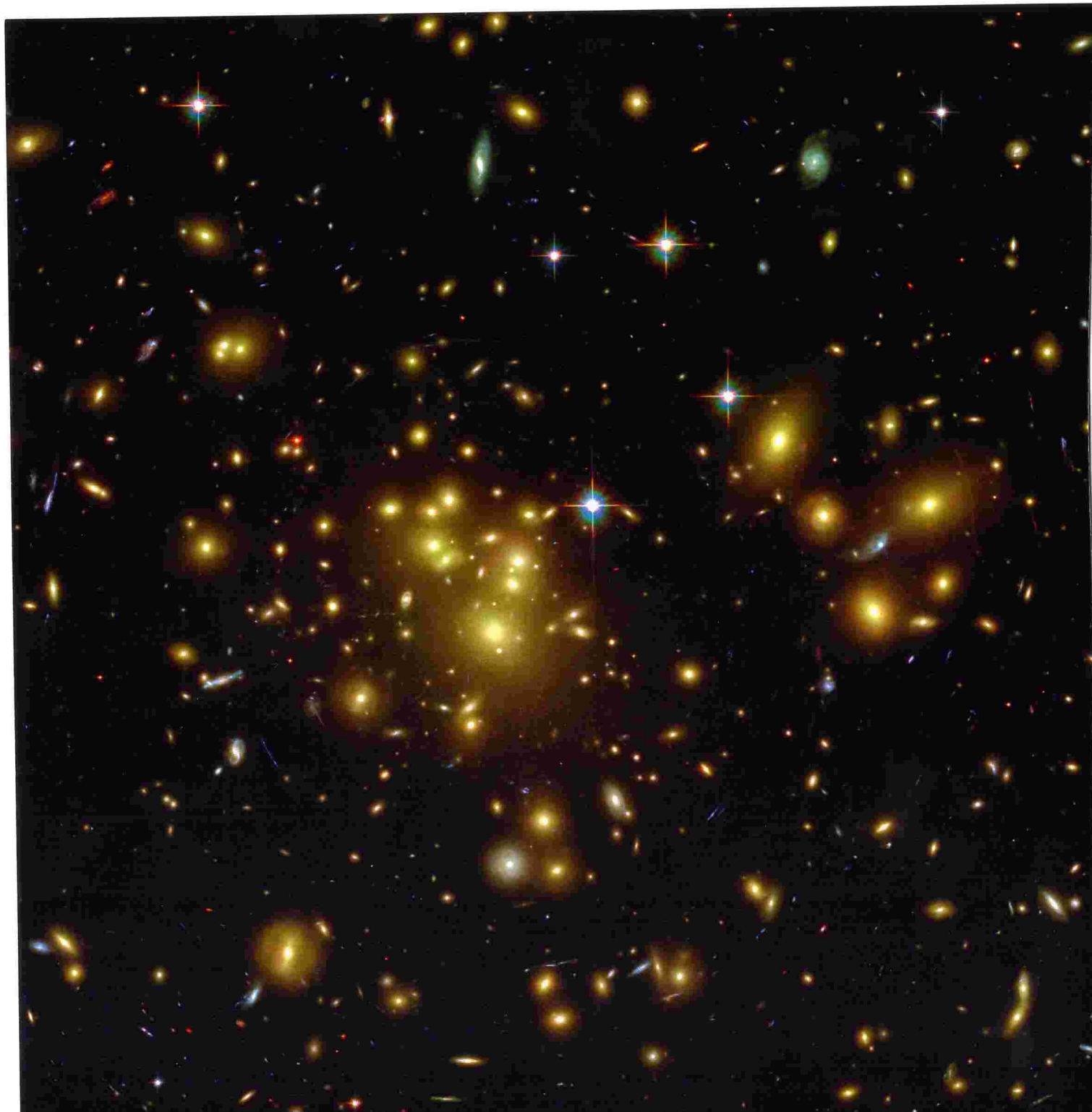
100 anos da Teoria da Relatividade Geral - GR-100

Linhas de pesquisa

Cooperações nacionais e internacionais

O Brasil na rede ICRANet

Programa de doutorado internacional



Apresentação →

Esta publicação inclui algumas das atividades do Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica [ICRA] do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas [CBPF], dos anos de 2005 a 2012.

Foram anos de intensa atividade que podem ser apreciados através de ingênua descrição quantitativa, notando que esses números representam uma pálida versão do sucesso desses empreendimentos.

Nas páginas que seguem serão apresentadas algumas dessas realizações conforme listadas abaixo:

→ **29** eventos de repercussão internacional; → Mais de **85** artigos científicos originais publicados em revistas de grande impacto na comunidade científica internacional; → **5** Brazilian School of Cosmology and Gravitation; → **4** séries completas envolvendo **48** cursos do Programa de Cosmologia junto às universidades brasileiras; → **5** workshops sobre Cosmologia e áreas afins; → Mais de **60** atividades de divulgação científica direcionadas ao público em geral e a estudantes universitários em diversos estados brasileiros; → **11** livros técnicos e de divulgação; → Mais de **200** pesquisadores e cientistas visitaram o ICRA por mais de um dia; → Contamos com mais de **12** pós-doutores de diversos países; → Estamos orientando mais de **18** teses de doutorado e **10** de mestrado.

As perspectivas para os próximos anos apontam para o aumento dessas atividades conforme se pode inferir dos projetos de pesquisa e das colaborações e acordos nacionais e internacionais em andamento, além da continuidade dos tradicionais eventos como a BSCG, workshops e intercâmbio de cientistas.

Está sendo programada ainda uma série de eventos em homenagem ao centenário do anúncio por Albert Einstein da "Teoria da Relatividade Geral" em novembro de 1915 e que chamamos GR-100.

Aglomerado de galáxias Abell 1689.
Hubble Space Telescope.

O que é o Icra? →

A origem do Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica [ICRA] está relacionada às atividades do Grupo de Cosmologia e Gravitação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas [CBPF] criado em 1976 pelo físico Mario Novello, iniciando assim o estudo sistemático da Cosmologia no Brasil. Desde então se consolidou como centro de pesquisa e formação, tendo publicado inúmeros artigos científicos e produzido uma centena de teses de doutorado e mestrado. Tem contribuído significativamente para a criação e desenvolvimento de vários grupos de pesquisa em universidades brasileiras, em especial, graças ao papel que desempenha a Brazilian School of Cosmology and Gravitation [BSCG], criada pelo Grupo em 1978, que oferece a cada dois anos, cursos intensivos para atualização de pesquisadores

6

ICRA

brasileiros e estrangeiros e da qual participam, como expositores, cientistas de vários países.

A criação do Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica [ICRA] foi anunciada, pelo ministro da Ciência e Tecnologia Roberto Amaral, durante a 10th Marcel Grossmann Meeting, conferência da qual participaram 500 cientistas de 58 países, no Rio de Janeiro, em 2003.

Em 2005, na administração do ministro Eduardo Campos, o ICRA foi constituído como uma coordenação de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica no CBPF sob a coordenação do professor Mario Novello.

O trabalho que teve início com o Grupo de Cosmologia e Gravitação, nos anos 1970, passou a ser desenvolvido pelo ICRA e resultou na formação de pesquisadores, no

intercâmbio sistemático com centros avançados da Europa e Estados Unidos e na criação de uma estrutura capaz de apoiar a realização de pesquisa avançada nas áreas de sua atuação.

Como reconhecimento por este trabalho, o ICRA conquistou lugar na comunidade científica internacional, em especial junto à comunidade europeia. Isto lhe permitiu participar, de forma decisiva, dos esforços que culminaram com a celebração de acordo internacional que permitiu o ingresso do Brasil na International Center for Relativistic Astrophysics Network [ICRANet].

Além de desenvolver suas atividades nas áreas de pesquisa, ensino pós-graduado, divulgação da ciência, o ICRA é o representante na América do Sul da ICRANet.

MISSÃO I A MISSÃO INSTITUCIONAL DO ICRA É REALIZAR PESQUISAS CIENTÍFICAS EM COSMOLOGIA, RELATIVIDADE, ASTROFÍSICA RELATIVISTA E ÁREAS AFINS. ATUAR COMO UM CENTRO NACIONAL DE DOUTORADO E PÓS-DOUTORADO E DAR CONTINUIDADE À TRADICIONAL REALIZAÇÃO DA BRAZILIAN SCHOOL OF COSMOLOGY AND GRAVITATION (BSCG).

EM PARTICULAR ESTÁ VOLTADO PARA PESQUISAS NAS ÁREAS DE GRAVITAÇÃO CLÁSSICA E QUÂNTICA, COSMOLOGIA E ESTRUTURAS EM GRANDE ESCALA, BURACOS NEGROS (GRAVITACIONAIS E ANÁLOGOS), ONDAS GRAVITACIONAIS E ASTRO-PARTÍCULAS, PROMOVEDO O INTERCÂMBIO E A COOPERAÇÃO COM CENTROS DE PESQUISA NACIONAIS E INTERNACIONAIS.



COSMOLOGIA, RELATIVIDADE

8

O objetivo maior da ciência é gerar uma representação racional do mundo. Esta atividade ganha dimensão máxima quando se propõe a englobar a totalidade do que existe, isto é, o universo considerado como uma estrutura única e solidária. O ramo da ciência que estuda o universo é a Cosmologia, que se desenvolve através da aplicação do conhecimento global das leis físicas. Portanto, essa área do conhecimento é, na prática, o domínio mais amplo para que se teste a eficácia e a coerência dessas leis.

O renomado físico Victor Von Weiskopf elaborou uma classificação das ciências da natureza de acordo com seu escopo: haveria as ciências cósmicas e terrestres. A distinção se daria segundo o valor das grandezas representativas dos fenômenos sob exame: grandes ou pequenas massas, altas ou baixas velocidades, vastas ou minúsculas energias, largas ou curtas distâncias, longas ou breves durações. Disciplinas tipicamente “cósmicas” seriam a

Astronomia e a Astrofísica, a Física de Partículas Elementares e, naturalmente, a Cosmologia, a ciência da estrutura e da evolução do universo.

A Cosmologia é uma ciência que objetiva descrever a gênese, a constituição e o desenvolvimento da totalidade organizada dos eventos físicos, denominada Cosmos, que identificamos no universo astronômico enquanto expressão mais abrangente da realidade natural. Além das leis físicas conhecidas em laboratório, a moderna Cosmologia possui, como suporte observacional, as evidências produzidas pela Astronomia profunda e, como quadro conceitual de fundo, a Teoria da Relatividade Geral [TRG], que permite caracterizar o cenário global (o contínuo espaço-tempo) onde ocorreu processos físicos relevantes em escala cósmica.

A Cosmologia constitui um vasto – e, de fato, único –, observatório em que fenômenos de partículas elementares envolvendo energias muito altas podem ser examinados, uma vez que as temperaturas



E ASTROFÍSICA

extremamente elevadas, requeridas para que tais processos fossem reproduzidos em laboratórios terrestres, são inatingíveis no atual estado de desenvolvimento científico e tecnológico. Estas temperaturas e energias, contudo, estariam presentes nos primeiros momentos da atual fase de expansão do universo. Desse modo, o microcosmo e o macrocosmo representados, respectivamente, pela teoria das partículas elementares e pela estrutura global do universo estão se fundindo em um só e ambicioso projeto de pesquisa.

A inauguração de elementos de medida inovadores [detectores de ondas gravitacionais e de neutrinos cósmicos, bem como novos telescópios terrestres e espaciais] permitirá pôr em teste muitas de nossas atuais concepções fundamentais sobre o universo em larga escala – inclusive a própria Teoria da Relatividade Geral – o que permite esperar que importantes descobertas possam ocorrer em breve.

2012

VI WORKSHOP INTERNO DO ICRA

Centro Brasileiro
de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro,
5 a 7 de dezembro de 2012.

SOAR GRAVITACIONAL ARCSURVEY WORKSHOP

Centro Brasileiro
de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro,
12 e 13 de novembro de 2012.

XVTH BRAZILIAN SCHOOL ON COSMOLOGY AND GRAVITATION

Mangaratiba, Rio de Janeiro,
19 de agosto a 1 de setembro de 2012.

XVTH BSCG

Rio de Janeiro | August 19 - September 01 | 2012

BRAZILIAN
SCHOOL OF
COSMOLOGY AND
GRAVITATION

Scientific
Committee

- M. NOVELLO | ICRA / CBPF
- V. MELNIKOV | CSVR
- R. RUFFINI | ICRA/IN
- R. TRIAY | CTP

CONTACT
 ICRA | CBPF
 Rua Dr. Xavier Sigaud, 150 - Urca
 Rio de Janeiro | RJ | Brasil | 22290-180
 Phone: +55 21 2141-7298
 luzia@cbpf.br
 www.icranet.org.br

SPONSORS



2012

MARIO NOVELLO'S 70TH ANNIVERSARY SYMPOSIUM

Rio de Janeiro,
Centro Brasileiro
de Pesquisas Físicas,

15 a 17 de agosto de 2012.

12

MARIO NOVELLO'S 70TH ANNIVERSARY SYMPOSIUM

15-17 | August | 2012

CBPF • CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS | AUDITÓRIO MINISTRO JOÃO ALBERTO LINS E BARROS

- M. R. BRANDENBERGER MC GILL UNIVERSITY, MONTREAL • CANADA • VLADIMIR MOSTEPANENKO INSTITUTE FOR METALLURGY, ST. PETERSBURG • RUSSIA
- PATRICK PETER INSTITUT FÜR ASTROPHYSIK, PARIS • FRANÇA • HERNANDO QUEVEDO UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, CUERNAVACA • MÉXICO • MÉXICO • IVANO DAMIÃO SOARES CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, RIO DE JANEIRO • BRASIL • REMO J. RUFFINI ICRF, PERCIVAIA • ITALIA
- GUSTAVO ESTEBAN ROMERO INSTITUTO ARGENTINO DE RADIOASTRONOMÍA, BUENOS AIRES • ARGENTINA • WOLFGANG KUNDT RWTH UNIVERSITY, BONN • ALEMANHA
- H. MOSQUERA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA, SPAIN • BRASIL • SLAVA MUKHANDY LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT, MÜNCHEN, MÜNCHEN • ALEMANHA
- NATHALIE DERUELLE INSTITUT DES HAUTES ÉTUDES SCIENTIFIQUES, PARIS • FRANÇA • JÚLIO CÉSAR FABRIS UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, VITÓRIA • BRASIL
- ERASMO RECAMI UNIVERSITÀ CAVALI DI BERGAMO • ITALIA • E. GOULART CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, RIO DE JANEIRO • BRASIL • O. AGUIAR INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPaciais, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS • BRASIL • N. SVAITER CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, RIO DE JANEIRO • BRASIL • NELSON PINTO NETO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, RIO DE JANEIRO • BRASIL • M. MAKLER CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, RIO DE JANEIRO • BRASIL • VITÓRIO DE LORENZI UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ, ITAJUBÁ • BRASIL • RENATO KLIPPERT UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ, ITAJUBÁ • BRASIL • SÉRGIO EDUARDO JORAS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, RIO DE JANEIRO • BRASIL • FELIPE TOVAR CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, RIO DE JANEIRO • BRASIL • UGO MOSCHELLA UNIVERSITÀ DEL SALENTO, INDAGLIA • ITALIA • J. SALIM CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, RIO DE JANEIRO • BRASIL • E. ELBAZ UNIVERSITÉ DE LYON, LYON • FRANÇA
- A. SANTORO UNIVERSITÀ ESTERNALE DO RIO DE JANEIRO, RIO DE JANEIRO • BRASIL • S. BERGLIAFFA UNIVERSITÀ ESTERNALE DO RIO DE JANEIRO, RIO DE JANEIRO • BRASIL
- R. TRIAY UNIVERSITÉ DE MARSEILLE, MARSEILLE • FRANÇA • I. BEDIAGA CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, RIO DE JANEIRO • BRASIL

$$\psi = \frac{1}{r} \left(\frac{\partial \psi}{\partial r} - \Gamma \psi \right)$$
$$\Gamma = \frac{1}{r}$$

CONTACT

ICRA | CBPF
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150 - Urca - Rio de Janeiro - RJ | Brasil | 22290-180
Phone: +55 21 61-7216 | luciana@cbpf.br
www.icranet.org.br | www.cbpf.br/novello70

SPONSORS



WORKSHOP EM COMEMORAÇÃO AOS 70 ANOS DO PROFESSOR SÉRGIO JOFFILY

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro,
03 de agosto de 2012.

REUNIÃO DO CANADA-FRANCE-HAWAII TELESCOPE/MEGACAM STRIPE-82 SURVEY [CS 82]

Observatório Nacional,
Rio de Janeiro,
29 de julho de 2012.

W O R K S H O P

Comemoração dos **70 anos** do professor **Sérgio Joffily**

PALESTRANTES

- | | |
|----------------------------|------------------|
| CARLOS A. GARCIA CANAL | UNLP Argentina |
| CARLOS A. LIMA | UNICAMP Brasil |
| ELISA FRÓTA-PESSOA | CBPF Brasil |
| ERASMO RECAMI | UNIBG Itália |
| FRANCISCO CARUSO | CBPF Brasil |
| JOSÉ MARIA FILARDO BASSALO | UFPA Brasil |
| LUIZ CARLOS RYFF | UFPR Brasil |
| MARIO NOVELLO | CBPF Brasil |
| NELSON PINTO-NETO | CBPF Brasil |
| PAULO RIBENBOIM | UB Canadá |

COMITÊ ORGANIZADOR

- | | |
|---------------------|---------------|
| NELSON PINTO-NETO | CBPF BRASIL |
| EDUARDO BITTENCOURT | CBPF BRASIL |
| JOSEPHINE RUA | CBPF BRASIL |

03 de Agosto de 2012 de 10h às 18h

AUDITÓRIO MINISTRO JOÃO ALBERTO LINS DE BARROS • CBPF | CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

INFORMAÇÕES

ICRA | CBPF
RUA DR. XAVIER SIGAUD, 150 - URCA - RIO DE JANEIRO | RJ | BRASIL | 22200-100
TEL. 21.2141-7215 | rua@cbpf.br

PATROCÍNIO E REALIZAÇÃO

ICRA | CBPF | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico | BRASIL

2011

**LANÇAMENTO DA REVISTA ELETRÔNICA DE
COSMOLOGIA E CULTURA COSMOS
E CONTEXTO** com periodicidade mensal,
15 de dezembro de 2011.

14

V WORKSHOP INTERNO DO ICRA

Centro Brasileiro
de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro,
7 a 9 de dezembro de 2011.

I REUNIÃO ARGENTINO-BRASILEIRA DE GRAVITAÇÃO, ASTROFÍSICA E COSMOLOGIA

Foz do Iguaçu, 4 a 8 de outubro de 2011.

VI ESCOLA BRASILEIRA DE COSMOLOGIA E GRAVITAÇÃO

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro,
25 a 29 de julho de 2011.

ICRA | CBPF

VI ESCOLA DE COSMOLOGIA E GRAVITAÇÃO

JULHO 25-29 | 2011

ASTROFÍSICA
HELO JAGUES ROCHA PINTO | UFRJ
(VALONGO)

COSMOLOGIA
MARIO NOVELLO | CBPF

TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL
MARIA DE FATIMA ALVES DA SILVA | UERJ

MODELOS ANALÓGOS
ÉRICO GOULART | CBPF

CAMPOS CLÁSSICOS,
CAMPOS QUÂNTICOS E PARTICULAS
JOSE ABDALLA HELAYEL NETO | CBPF

LENTEGRAVITACIONAIS
MARTIN MAKLER | CBPF

UNIVERSO: A QUESTÃO COSMOLÓGICA
UM FILME DE RANDALL MEYERS

INSCRIÇÕES
claudia@cbpf.br

COMITÊ ORGANIZADOR
JOSE MATHES-SILVA
FÁBIO TAVARA
ERICK SOUZA

www.cbpf.br/icra

ICRA | CBPF

FINEP

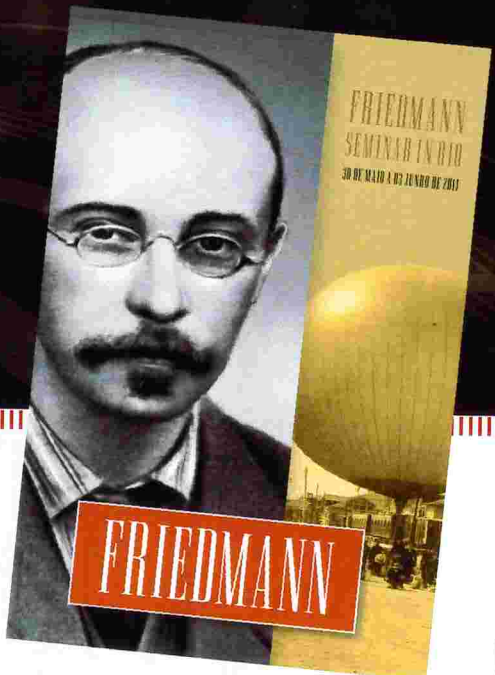
BRASIL

2011

VIII FRIEDMANN SEMINAR IN RIO

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro, 30 de maio a 3 de junho de 2011.

A abertura do VIII Friedmann Seminar aconteceu no Espaço Tom Jobim no Rio de Janeiro no dia 30 de maio de 2011, com apresentação do músico e compositor Egberto Gismonti e convidados seguida da mostra de reproduções fotográficas sobre a trajetória científica e biográfica do matemático russo Alexander Friedmann (1888-1925), intitulada *Friedmann – the man who made the universe expand*.



FRIEDMANN: o homem que expandiu o Universo (1888-1925)
Alexandre Friedmann nasceu em 1888 em Taubinsk, Rússia. Foi um matemático e físico que descobriu a expansão do universo em 1922.

O trabalho meteorológico
Friedmann trabalhou em um observatório meteorológico em São Petersburgo, onde desenvolveu métodos para medir a velocidade do vento.

Ans no front (1914-1917)
Friedmann serviu no exército russo durante a Primeira Guerra Mundial, onde trabalhou em um hospital de campanha.

85 anos conturbados (1917-1920)
Friedmann passou por um período turbulento em sua vida devido à revolução russa e à guerra civil.

De volta a Petrogrado (1920-1925)
Friedmann retornou a Petrogrado em 1920 e continuou seus estudos de física e matemática.

Na universidade de São Petersburgo (1895-1910)
Friedmann estudou na Universidade de São Petersburgo, onde se tornou um aluno de destaque.

Na Segunda Guerra de São Petersburgo (1907-1910)
Friedmann participou da Segunda Guerra de São Petersburgo, onde trabalhou em um observatório.

Trabalho meteorológico
Friedmann trabalhou em um observatório meteorológico em São Petersburgo, onde desenvolveu métodos para medir a velocidade do vento.

Ans no front (1914-1917)
Friedmann serviu no exército russo durante a Primeira Guerra Mundial, onde trabalhou em um hospital de campanha.

85 anos conturbados (1917-1920)
Friedmann passou por um período turbulento em sua vida devido à revolução russa e à guerra civil.

De volta a Petrogrado (1920-1925)
Friedmann retornou a Petrogrado em 1920 e continuou seus estudos de física e matemática.

Na universidade de São Petersburgo (1895-1910)
Friedmann estudou na Universidade de São Petersburgo, onde se tornou um aluno de destaque.

Na Segunda Guerra de São Petersburgo (1907-1910)
Friedmann participou da Segunda Guerra de São Petersburgo, onde trabalhou em um observatório.

2010

XIVth Brazilian School of Cosmology and Gravitation

Rio de Janeiro, Aug 30 ~ Sep 11, 2010

宇宙

LECTURES

NON-LOCAL GRAVITY

B. Meissner
University of Cologne, Germany

THEORETICAL ASPECTS OF BLACK HOLES

A. Hotta
University of Tsukuba, Japan

ASTROPHYSICAL EVIDENCES OF BLACK HOLES

F. Mirabel
Observatorio Astronómico de Córdoba, Argentina

THE COSMOLOGICAL SINGULARITY

V. Balasin
University of Vienna, Austria

INHOMOGENEOUS COSMOLOGY

C. Hellaby
University of Western Australia, Australia

INTRODUCTION TO STRING THEORY

M. Bershadsky
ICP, Moscow, Russia

ADVANCED SEMINARS

MECHANISMS TO GENERATE MASS

Maria Knecht
University of Bonn, Germany

AN OVERVIEW OF $f(R)$ THEORIES

Santiago E. P. Bergliaffa
UNICAMP, Brazil

BOUNCING COSMOLOGY, QUANTUM THEORY AND OBSERVATION

Robert Peter Peter
University of Bonn, Germany

CATEGORIES AS A ROAD TO FUNDAMENTAL PHYSICS

Marc Lischke
University of Bonn, Germany

PHILOSOPHICAL PROBLEMS OF SPACE-TIME THEORIES

S. E. Romero
University of Buenos Aires, Argentina

BLACK HOLES CANNOT BLOW JETS

M. Kovetz
University of Bonn, Germany

MULTIPOLAR SOLUTIONS

H. Grosse
University of Bonn, Germany



Sponsors



Contact:

ICRA-BR

Rua Dr. Karim Sigaud, 159 - UREA

Rio de Janeiro - RJ - Brasil 22290-180

tel/Phone: +55 21 2141-7298

Fax: +55 21 2141-7288

www.cbpf.br/iccg / iccg@cbpf.br

16

ISymposium **Mario Novello** on **Bouncing Models**

Nov 26~30, 2010

Resort of Portobello,
Mangaratiba, Rio de Janeiro



Invited Speakers

David Wands
Portsmouth

Fabio Finelli
IASFBO

Gabriele Veneziano
CERN

Jerome Martin
IAP

Julio Fabris
UFES

Mario Novello
CBPF

Thorsten Battefeld
PRINCETON

Martin Bojowald
PSU

Valerio Bozza
INFN

Maurizio Gasperini
CERN

Vlatcheslav Mukhanov
UNI-MUENCHEN

Will Kinney
BUFFALO

Nelson Pinto-Neto
CBPF

Paolo Creminelli
ICTP

Parampreet Singh
PERIMETER

Patrick Peter
IAP

Robert Brandenberger
Mr.Gill

Santiago Bergliffa
UERJ

Scientific Organizing
Committee:

Nelson Pinto-Neto,
Patrick Peter,
Fabio Finelli

Coord. - www.cbpf.br



Ministerio da
Ciencia e Tecnologia

WORKSHOP DARK ENERGY SURVEY: DATA CHALLENGE 5 [DC5-DAY]

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro, 8 de abril de 2010.

II WORKSHOP SOGRAS – LEVANTAMENTO DE ARCOS GRAVITACIONAIS COM O TELESCÓPIO SOAR

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro, 3 de fevereiro de 2010.



2009

III WORKSHOP INTERNO DO ICRA

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro, dezembro de 2009.

18

V WORKSHOP DO DARK ENERGY SURVEY

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro,
10 e 11 de novembro de 2009.

I WORKSHOP SOGRAS – LEVANTAMENTO DE ARCOS GRAVITACIONAIS COM O TELESCÓPIO SOAR

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro, 10 de agosto de 2009.

V ESCOLA DE COSMOLOGIA E GRAVITAÇÃO

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro, 27 a 31 de julho de 2009.

XII MARCEL GROSSMANN MEETING

Paris, 12 a 18 de julho de 2009.
[Participação brasileira organizada
em parceria com o ICRA/CBPF].

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRAL MEETING THE SUN, THE STARS, THE UNIVERSE AND GENERAL RELATIVITY

Fortaleza, Sobral,
Ceará, 26 a 28 de maio de 2009.

THE DARK ENERGY SURVEY INTERNATIONAL COLLABORATION MEETING

Rio de Janeiro,
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Observatório Nacional,
26 a 29 de maio de 2009.



2008

CONFERÊNCIA DE SOBREAL

I Conferência de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica

08~10·AGO·2007

Sobral • Ceará • Brasil

Comissão Organizadora

M. Novello
 F. J. Azañón Viera
 M. S. Cunha
 H. Christensen
 F. F. de Almeida

Dia 8

Abertura com a Governadora Cid Diermes

Lançamento da obra O que é Cosmologia, de Maria Novello

Centro de Convenções às 19h

Dia 9

• Conferências

M. Novello
A origem do universo

J. Dombrowski
Sobral e Super de compreensão da teoria da relatividade na história da ciência

• Seminários

F. J. Azañón Viera, T. Miercio e A. Fernández Suárez
Faculdade de Física e Cosmologia

F. F. de Almeida
O papel da expedição científica a Sobral

Dia 10

• Sessões Técnicas

M. Novello
Teoria da pré-gravitação

J. M. Salim
Aplicações da eletrodinâmica não linear em Cosmologia

H. Christensen
Produção de neutrinos e raios gama em altas energias

N. Pinho Neto
Cosmologia quântica e universo primordial

M. Damata
Lentes gravitacionais

F. Gillet
Perturbação do modelo cosmológico de Friedmann

Informação:
 Telefone: 05 33222843
 05 33317203
 05 36142567
 E-mail: administracao@icra.com.br

II WORKSHOP INTERNO DO ICRA

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
 Rio de Janeiro,
 dezembro de 2008.

XIIITH BRAZILIAN SCHOOL OF COSMOLOGY AND GRAVITATION

Mangaratiba, Rio de Janeiro,
 20 de julho a 2 de agosto de 2008.

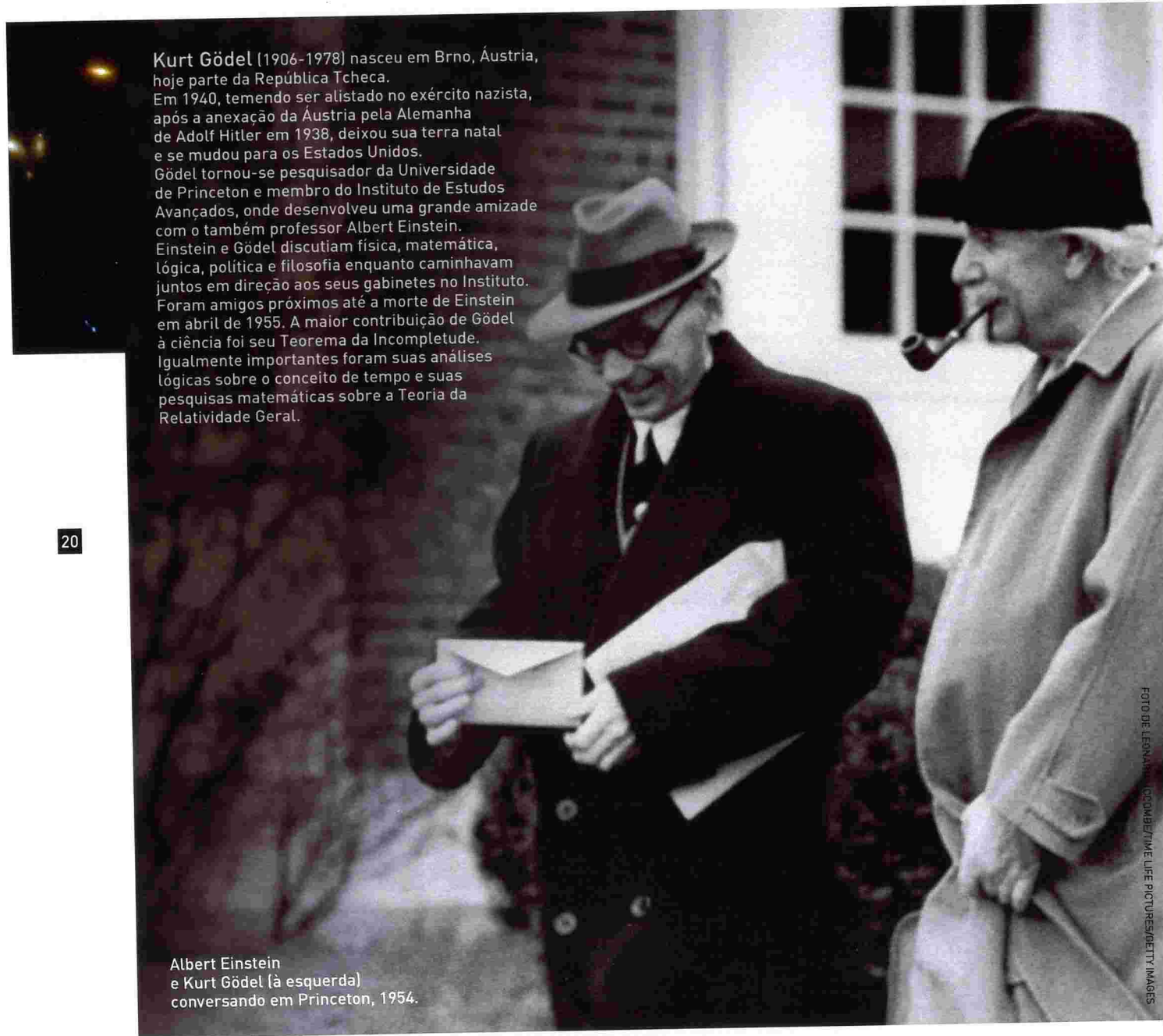
II WORKSHOP DO DARK ENERGY SURVEY – BRAZIL

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
 Rio de Janeiro,
 27 a 29 de fevereiro de 2008.

Kurt Gödel (1906-1978) nasceu em Brno, Áustria, hoje parte da República Tcheca. Em 1940, temendo ser alistado no exército nazista, após a anexação da Áustria pela Alemanha de Adolf Hitler em 1938, deixou sua terra natal e se mudou para os Estados Unidos. Gödel tornou-se pesquisador da Universidade de Princeton e membro do Instituto de Estudos Avançados, onde desenvolveu uma grande amizade com o também professor Albert Einstein. Einstein e Gödel discutiam física, matemática, lógica, política e filosofia enquanto caminhavam juntos em direção aos seus gabinetes no Instituto. Foram amigos próximos até a morte de Einstein em abril de 1955. A maior contribuição de Gödel à ciência foi seu Teorema da Incompletude. Igualmente importantes foram suas análises lógicas sobre o conceito de tempo e suas pesquisas matemáticas sobre a Teoria da Relatividade Geral.

20

Albert Einstein
e Kurt Gödel (à esquerda)
conversando em Princeton, 1954.



2007

THE 2005-2007 SCIENTIFIC REPORT ICRANET

Pescara, Itália, 27 e 28 de novembro de 2007.

I WORKSHOP INTERNO DO ICRA

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro,
9 a 11 de outubro de 2007.

WORKSHOP KURT GÖDEL: LOGIC AND TIME

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro, 27 a 29 de agosto de 2007.

I CONFERÊNCIA DE COSMOLOGIA, RELATIVIDADE E ASTROFÍSICA

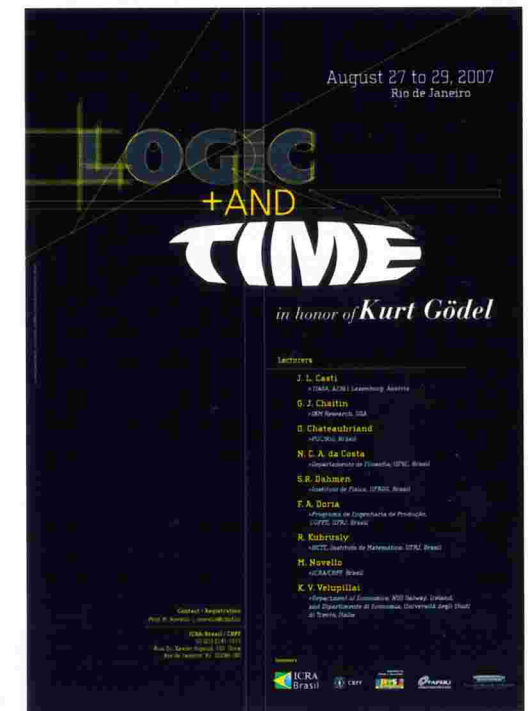
Fortaleza, Sobral, Ceará,
8 a 10 de agosto de 2007.

IV ESCOLA DE COSMOLOGIA E GRAVITAÇÃO

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
Rio de Janeiro, 16 a 21 de julho de 2007.

I CÉSAR LATTES WORKSHOP SOBRE RAIOS GAMA

Mangaratiba, Rio de Janeiro,
26 de fevereiro a 3 de março de 2007.





2006

2005

**XIITH BRAZILIAN SCHOOL OF COSMOLOGY
AND GRAVITATION**

Mangaratiba, Rio de Janeiro,
10 a 23 de setembro de 2006.

22

**XI MARCEL GROSSMANN MEETING
ON GENERAL RELATIVITY**

Berlim, Freie Universität Berlin,
23 a 29 de julho de 2006.

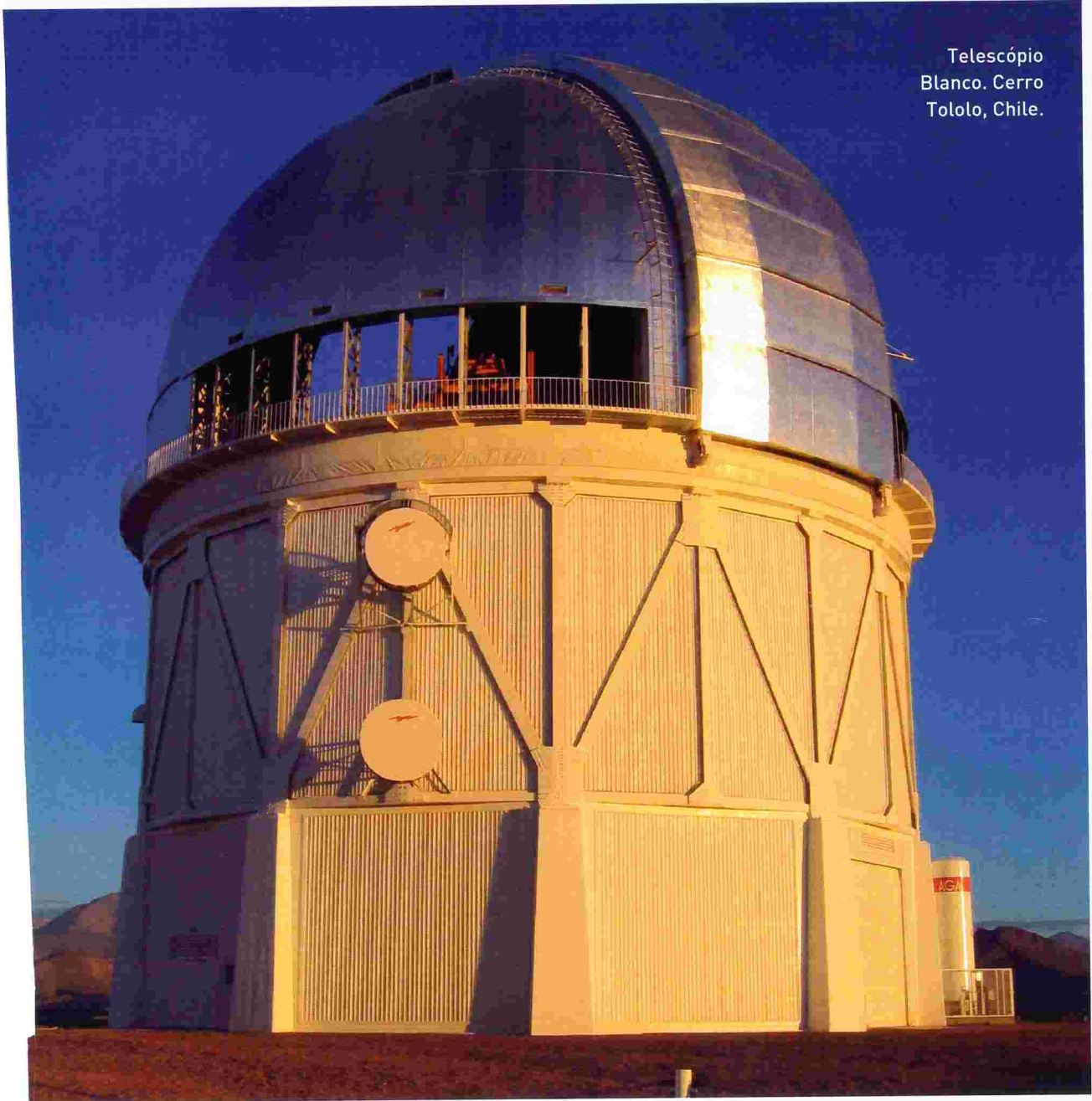
O BRASIL E O DARK ENERGY SURVEY:

**CONSTRUINDO UMA CONTRIBUIÇÃO
BRASILEIRA PARA A NOVA GERAÇÃO
DE IMAGEAMENTOS DE GRANDE
CAMPO EM COSMOLOGIA**

Rio de Janeiro,
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,
10 e 11 de novembro de 2005.
[Primeira participação brasileira no DES]



Telescópio
Blanco. Cerro
Tololo, Chile.



Atividades →

Brazilian School of Cosmology and Gravitation - BSCG

24

A BSCG foi criada em 1978 por iniciativa do Grupo de Cosmologia e Gravitação do CBPF para o desenvolvimento e aprimoramento de físicos e o treinamento especializado - em nível de doutorado e pós-doutorado - de jovens pesquisadores, em especial brasileiros e latino-americanos.

Nas primeiras sessões da BSCG a quase totalidade dos alunos consistia de jovens oriundos de universidades e centros de pesquisa brasileiros. A adesão de pesquisadores estrangeiros, principalmente da Argentina, da Colômbia, dos EUA, da França, da Itália, do Peru e da Rússia atingiu um terço do total de participantes.

Os cursos, seminários e sessões de debates constituem um fórum de estudo e análise das principais questões da Cosmologia e áreas afins. Ao longo dos anos a BSCG promoveu a integração entre cientistas e estimulou o exame e a divulgação dos trabalhos realizados nos grandes centros de pesquisa internacionais.

TEMAS

Os temas tratados nas reuniões da BSCG envolvem praticamente todas as grandes áreas de atuação da Cosmologia. Nas primeiras reuniões foi priorizado o exame da estrutura básica da Teoria da Gravitação e da Astrofísica de objetos compactos. Posteriormente focalizou-se o estudo das partículas elementares e o estabelecimento de um cenário padrão da Cosmologia – o termo *astropartículas* tem sido usado para denotar esta união. Intensos debates sobre os dois cenários alternativos de criação do universo já foram realizados por meio de seminários e cursos abordando o modelo *Big Bang* e o modelo do Universo eterno.

FORMATO

A Escola se realiza durante duas semanas a cada dois anos. Os participantes se candidatam por meio de um sistema de aplicação e são selecionados por um comitê local.

A BSCG oferece cursos com duração de uma semana, seminários avançados em tópicos especiais e seção de debate.

25

COMITÊ INTERNACIONAL DA BSCG

- Mario Novello** → Presidente do Conselho, ICRA/CBPF
- Remo Ruffini** → Università La Sapienza e ICRANet, Itália
- Edward Kolb** → University of Chicago e Fermi National Accelerator Laboratory – Fermilab, EUA
- Edgard Elbaz** → Université de Lyon, France
- Roland Triay** → Centre de Physique Théorique – CTP e Université de Marseille, France
- Alexander Dolgov** → Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Itália
- Vitaly Melnikov** → Center of Gravitation and Fundamental Metrology, Rússia
- Bahran Mashhoon** → University of Missouri, EUA
- Santiago Esteban Perez Bergliaffa** → Universidade Estadual do Rio de Janeiro

CURSOS E PALESTRAS MINISTRADOS PELOS CIENTISTAS QUE PARTICIPARAM DA BSCG DESDE O ANO DE SUA CRIAÇÃO ATÉ 2012

I BSCG 1978

Gravitation	→	C. G. de Oliveira
Relativistic Cosmology	→	M. Novello
Group theory	→	M. Maia
Experimental gravitation	→	H. Heintzmann
Grassmann coordinates in Riemann spaces	→	C. G. de Oliveira
The interaction of neutrino with gravitation	→	I. Damião Soares
Scalar and vector fields in General Relativity	→	A. F. da F. Teixeira
Cosmic microwave background radiation	→	R. Aldrovandi
Quasi-Maxwellian equations of the gravitational field	→	M. Novello
Observational features of black holes	→	J. A. Pacheco
Embeddings of space-time	→	M. Maia
Mach's principle	→	M. Gomide

26

II BSCG 1979

On the road of geometrization of electromagnetism	→	M. Novello
"Strings" in Special and General Relativity	→	P. A. Letelier Sotomayor
Properties of stellar matter	→	T. Kodama
Relativistic Cosmology	→	M. Novello
Introduction to the formulation of unitary field theories	→	C. G. Oliveira
Differential forms and the Dirac equation in curved space-time	→	I. Damião Soares
Galaxies in the universe	→	J. L. Sersic
Dynamics of stellar and galaxy clusters	→	S. J. Codina-Landaberry
Spontaneous symmetry breaking and cosmological models	→	H. Fleming
Some aspects of gauge theory	→	Prem P. Srivastava

Gravitational theories →	C. G. Oliveira
Singularities in cosmological solutions of Einstein's equations →	I. M. Khalatnikov E. M. Lifshitz
The extragalactic distance scale →	J. L. Sérsic
The cosmological distance scale →	W. Kunkel
Classical gauge and gravitational theories →	Ruben Aldrovandi
Pre-symplectic differential and the Dirac-Bergmann formalism in mechanics with constraints →	Paulo Rodrigues
Neutron stars in theory and observation →	H. Heintzmann

III BSCG 1982

The large scale structure of the universe →	G. Chincarini
The applications of the inverse scattering problem in General Relativity →	V. A. Belinski
Pulsars →	H. Heintzmann
Solutions of matter in General Relativity →	P. S. Letelier
Introduction to the formulation of some unitary theories and the gauge theory of the group $U(3,1)$ →	C. G. de Oliveira
The electromagnetic spectrum of the cosmic background radiation →	N. J. Shuch
Gravitational coupling of neutrinos to matter vorticity II: microscopic asymmetries in angular-momentum modes →	I. D. Soares L. C. M. S. Rodrigues
Metric fluctuations: the macroscopic equations of gravity and chaos <i>versus</i> anti-chaos →	M. Novello
The angular distribution of the cosmic background radiation →	N. J. Shuch
Quantum gravity →	B. Dewitt
Introduction to super symmetry and supergravitation →	P. P. Srivastava
Neutrinos in the universe →	R. Opher

IV BSCG 1984

- Initial value problem of energy → **I. Choquet-Bruhat**
- Formation of large scale in the universe → **F. Lizhi**
- Self-consistent Cosmology: an inflationary alternative to the minkowskian quantum vacuum → **E. Gunzig**
- Lectures on semiclassical quantum gravity → **M. Castagnino**
- Five lectures on particle Physics and Cosmology → **E. W. Kolb**
- Topics at the interface of particle Physics and Cosmology → **D. N. Schramm**
- Stochastic methods in Cosmology → **M. Novello**

V BSCG 1987

- Some notes on the propagation of discontinuities in solutions to the Einstein equations → **K. Lake**
- Standard Cosmology → **G. F. R. Ellis**
- Nonstandard cosmologies → **J. V. Narlikar**
- The program of an Eternal Universe → **M. Novello**
- Vacuum in plane and curved space-time → **N. Sanchez**
- The role of quantum mechanics in the specification of the structure on space-time → **J. Audretsch**
- Influence of the cosmological background on the mutual interaction of quantum fields → **J. Audretsch**
- Lectures on particle Cosmology → **E. W. Kolb**
- Toward a history of Einstein's theory of gravitation → **J. Eisenstaedt**
- Elements of BRST theory → **C. Teitelboim**

28

Ao lado carta do físico César Lattes para Mario Novello.

"Estou te escrevendo para que fique registrado, preto no branco, embora eu tenha uma só palavra, o meu apoio, estímulo e desejo de colaborar de maneira efetiva à criação de uma entidade, se possível pessoa jurídica de direito privado, destinada ao estímulo, pesquisa e ensino de Cosmologia e gravitação no Brasil. Acho que é mais conveniente, oportuno e seguro que a entidade seja brasileira, aberta à colaboração de pessoal competente de todos os países. Com os votos de sucesso [e algum tempo ameno], com abraço César Lattes. Rio 29 de outubro de 1988."



CONSELHO NACIONAL
DE DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Prof. Mario Novello

Caro Mario

Estou te escrevendo para que fique registrado, feito no braço, embora eu tenha uma só palavra, o meu apoio, estímulo e desejo de colaborar de maneira efetiva à criação de uma entidade, se possível pessoa jurídica com o objeto previsto, destinada ao estudo, pesquisa e ensino de Cosmologia e gravitação no Brasil.

Acho que é mais conveniente, oportuno e seguro que a entidade seja brasileira, aberta à colaboração de pessoal competente de todos os países.

Com o voto de sucesso (e, algum tempo a mais), com um abraço

Bea Rutz



CBPF - CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS
RUA XAVIER SIGAUD 150 - FONE: (021) 841-0357 - CEP 22260 - RIO DE JANEIRO - RJ

Rio, 29.06 Outubro de 1988

VI BSCG 1989

- Cosmic strings and the singularity problem → **V. Moncrief**
- Accelerated observers and quantum effects → **S. Takagi**
- Introduction to stochastic quantum theory → **F. Guerra**
- Quantum effects in Cosmology → **L. P. Grishchuck**
- Quantum field theory in curved spaces → **I. G. Moss**
- Minisuperspaces → **M. P. Ryan Jr.**
- General Relativity and Fierz-Lanczos variables → **M. Novello**
- Quantum field theory in Eternal Universe → **N. Deruelle**

VII BSCG 1993

- Elementary particles in Cosmology → **A. Dolgov**
- Quantum field theory in curved space-time → **L. Ford**
- Multidimensional classical and quantum Cosmology and gravitation:
exact solutions and variations of constants → **V. N. Melnikov**
- Nonlocal electrodynamics → **B. Mashhoon**
- Theoretical Cosmology → **M. Novello**
- Perturbations in the expanding universe → **S. Gottlöber**
- Observing the universe → **B. Jones**
- Generalized quantizations of gauge theories → **I. Tuytin**
- Quantum effects in Cosmology → **L. P. Grishchuck**

30

VIII BSCG 1995

- Modern Cosmology and structure formation → **R. H. Brandenberger**
- Particle Physics and Cosmology → **J. Ellis**
- Quantum Cosmology → **N. Pinto Neto**
- Formation of large scale structure of the universe → **V. N. Lukash**
- Dynamics of Inhomogeneous models near a singularity
in classical and quantum Cosmology → **A. A. Kirillov**

- Minimal closed set of observables
in the theory of cosmological perturbations → **M. Novello**
- Earth as a low frequency gravitational wave detector → **V. N. Rudenko**
- Classical solutions in multidimensional Cosmology → **V. N. Melnikov**

IX BSCG 1998

- Cosmology with the cosmic microwave
background radiation (CMBR) → **G. Smoot**
- Black holes: classical properties, thermodynamics
and heuristic quantization → **J. D. Bekenstein**
- Physics and Astrophysics of black holes and physics of time machines → **I. D. Novikov**
- Homogeneity and fractality → **L. Amendola**
- Physics of the universe → **J. Villumsen**
- Light-front quantized field theory → **P. P. Srivastava**
- Field theory of gravity → **M. Novello**
- Aspects of black hole entropy → **W. Israel**
- Cosmological applications of QFT in curved space-time → **V. M. Mostepanenko**
- From quantum to stochastic Cosmology → **A. Starobinski**

X BSCG 2002

- Methodology of observational Cosmology → **J. G. Bartlett**
- New perspectives in Physics and Astrophysics
from the theoretical understanding of gamma-ray bursts → **R. Ruffini**
C. L. Bianco
P. Chardonnet
F. Fraschetti
L. Vitagliano
M. S. Xue
- Chaotic phenomena in Astrophysics and Cosmology → **V. G. Gurzadyan**
- String and m-theory Cosmology → **E. J. Copeland**
- Canonical quantization of General Relativity: the last 18 years in a nutshell → **J. Pullin**

The strong-coupling expansion and the singularities of the perturbative expansion, →	N. F. Svaiter
Space and space-time →	M. Lachièze-Rey
P-branes, extra dimensions, and their observational windows →	V. N. Melnikov
Experimental status of corrections to newtonian gravity inspired by the extra dimensional Physics →	V. M. Mostepaneko
Variable cosmological term →	I. Dymnikova
Cosmology from topological defects →	A. Gangui
On the possible role of massive neutrinos in cosmological structure formation →	M. Lattanzi R. Ruffini G. Vereshchagin
Effective geometry →	M. Novello S. E. Perez Bergliaffa

XI BSCG 2004

32

Lectures on astroparticle Physics →	G. Sigl
The blackholic energy: long and short gamma-ray bursts →	R. Ruffini M. G. Bernardini C. L. Bianco P. Chardonnet F. Fraschetti V. Gurzadyan L. Vitagliano M. S. Xue
Gravitational waves – concepts, sources, signals and detection →	A. Lee, E. Howell D. Coward D. Blair
Dark energy →	V. Sahni
A brief introduction to cosmic topology →	M. J. Rebouças
Braneworlds →	R. Durrer
Phenomenological quantum gravity →	D. Kimberly J. Magueijo
Laser interferometer gravitational wave detectors – the challenges →	L. Ju C. Zhao
Evolution of perturbations in bouncing cosmological models →	N. Pinto Neto

- Local effects of Cosmology → **M. Lachièze-Rey**
 Functions on the sphere and multipole → **M. Lachièze-Rey**
 Non-linear electrodynamics in Cosmology → **M. Novello**
S. E. Perez Bergliaffa

XII BSCG 2006

- Cosmology and Physics beyond the standard model → **A. D. Dolgov**
 Cosmic inflation → **V. Mukhanov**
 The blackholic energy and the canonical gamma-ray burst → **R. Ruffini**
M. G. Bernardini
C. L. Bianco
L. Caito
P. Chardonnet
M. G. Dainotti
F. Fraschetti
R. Guida
M. S. Xue
- An introduction to quantum field theory in De Sitter space-time → **J. P. Gazeau**
 Quantum fields in black hole space-time and in accelerated systems → **V. A. Belinski**
 Singularities and quantum gravity → **M. Bojowald**
- Power spectra of black holes (BH) and neutron stars (NS) as a probe of hydrodynamical structure of the source: diffusion theory and its application to x-ray observations of NS and BH sources → **L. Titarchuk**
N. Shaposhnikov
V. Arefiev
- Euler – Poisson – Newton approach in Cosmology → **R. Triay**
H. H. Fliche
- Backreaction issues in relativistic Cosmology and the dark energy debate → **T. Buchert**
 Some implication of the cosmological constant to fundamental Physics → **R. Aldrovandi**
J. P. Beltrán Almeida
J. G. Pereira
- Particles and fields on De Sitter Universe → **U. Moschella**
 Multidimensional gravitational models: fluxbrane and s-brane solutions with polynomials → **V. D. Ivashchuk**
V. N. Melnikov

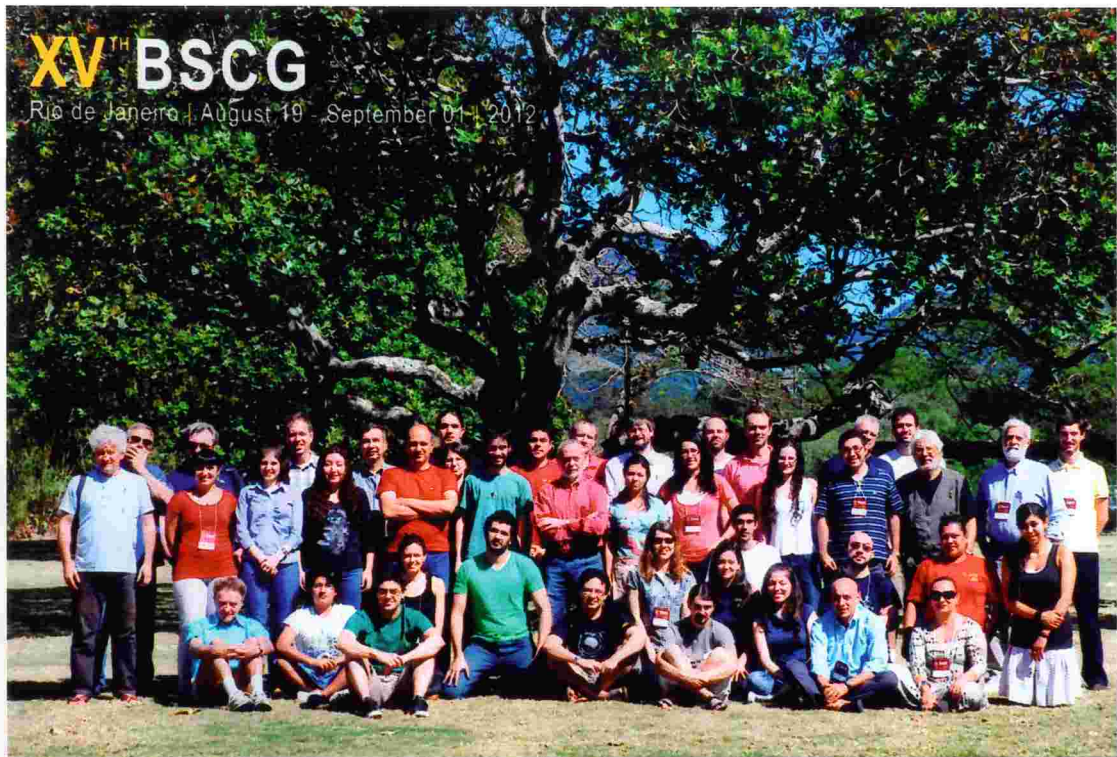
XIII BSCG 2008

- Loop quantum gravity → **A. Perez**
- Dark energy → **A. Starobinsky**
- Cosmological approaches to Cosmology → **J. Narlikar**
- The phenomenology of large scale structures → **R. Sheth**
- Quantum field theory in curved space-time → **U. Moschella**
- Einstein-Maxwell solutions → **V. Belinski**
- CMB Physics → **A. Challinor**
T. Villela
- Host galaxies of AGN → **A. Treves**
- On the dark energy equation of state → **J. Alcaniz**
- Bouncing Cosmology → **M. Novello**
- Did we already observe small mass black holes in the galactic center? → **P. Chardonnet**
- Gamma-ray bursts → **R. Ruffini**
- Nonsingular models in diverse dimensions → **V. N. Melnikov**
- Critical thoughts on Cosmology / Astrobiology → **W. Kundt**

34

XIV BSCG 2010

- Philosophical problems of space-time theories → **G. Romero**
- Introduction to string theory → **N. Berkovits**
- Mechanisms to generate mass → **M. Novello**
- An overview of $f(R)$ theories → **S. Bergliaffa**
- Bouncing Cosmology, quantum theory and observation → **N. Pinto Neto**
- Astrophysical evidences of black holes → **F. Mirabel**
- Categories as a road to fundamental Physics → **M. Lachieze-Rey**
- Black holes cannot blow jets → **W. Kundt**
- Cosmological singularity → **V. Belinski**
- Multipolar solutions → **H. Quevedo**
- Inhomogeneous Cosmology → **C. Hellaby**
- Non-local gravity → **B. Mashhoon**
- Theoretical aspects of black holes → **A. Helfer**



XV BSCG 2012

- Cosmological perturbations theory in inflation and bouncing models → **P. Peter**
- Evolution equations, the initial boundary value problem with applications to General Relativity → **O. Reula**
- Relativistic kinetic theory and its applications in Astrophysics and Cosmology → **G. Vereshchagin**
- Cosmic structure, averaging and dark energy → **D. Wiltshire**
- CMB anisotropies in the Planck era → **F. Bouchet**
- Exploring the universe with the cosmic microwave background: from the blackbody spectrum to secondary anisotropies → **A. Wuensche**
- Non-linear dynamics and associated metrics → **M. Novello**
- The ontology of General Relativity → **G. Romero**
- Scalar perturbations in quantum Cosmology → **F. Falciano**
- Quantum mechanism and Cosmology → **N. P. Neto**
- Tests of relativistic gravity in space: history, recent progress and future directions → **Slava G. Turyshev**
- Anorganic machines of the universe → **W. Kundt**

Programa Mínimo de Cosmologia para as universidades brasileiras

36

A Cosmologia se desenvolve por meio da aplicação do conhecimento das leis físicas no universo e é a área de conhecimento que, na prática, constitui o domínio mais amplo para que se teste a eficácia e a coerência dessas leis. Assim, as interfaces da Cosmologia com outras grandes áreas da Física têm se ampliado e aprofundado crescentemente nas últimas décadas.

O PMC – Programa Mínimo de Cosmologia foi criado pelo Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica com o propósito de acompanhar o grande desenvolvimento da Cosmologia e da moderna teoria da gravitação, permitindo aos estudantes de Física entender os fundamentos da nova cosmologia, e conseqüentemente despertar novas vocações para esses campos.

Esse programa vem sendo executado pelo ICRA em parceria com várias universidades brasileiras por meio de um curso básico de 12 semanas, ministrado por pesquisadores de universidades federais e estaduais e de institutos

de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Um convênio entre o ICRA e a Pró-reitoria de Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) inaugurou em 2005 o PMC. O sucesso desse primeiro convênio levou várias universidades brasileiras a solicitar a cooperação do ICRA para realizar o PMC em seus departamentos de Física. O PMC já foi realizado nas seguintes instituições:

Universidade do Norte Fluminense – UENF /
Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET.
Campos dos Goytacazes,
Rio de Janeiro (RJ) → 2006

Universidade Estadual do Ceará – UECE,
Fortaleza (CE) → 2007/2008

Universidade Federal do Amazonas – UFAM,
Manaus (AM) → 2009

Universidade Federal do Paraná – UFPR,
Curitiba (PR) → 2012

PROGRAMA DO CURSO

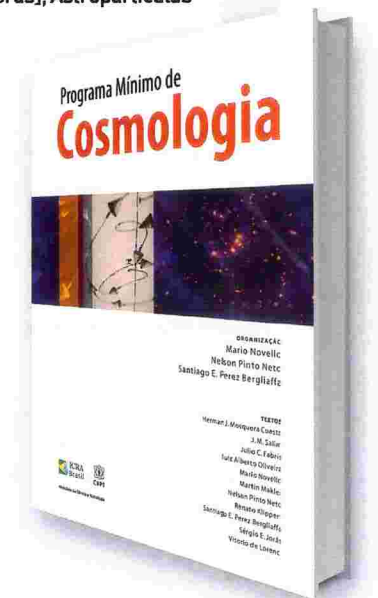
- O PMC oferece os seguintes cursos:
- Teoria da Gravitação
- Cosmologia I – Fenomenologia
- Introdução à Cosmologia
- Termodinâmica em Relatividade Geral
- Física de Objetos Compactos
- Buracos Negros
- Astrofísica de Ondas Gravitacionais
- Astropartículas I
- Astropartículas II
- Gravitação e Cosmologia Quânticas
- Panorama breve da Cosmologia Contemporânea
- Teoria da Relatividade Especial
- Geometria Diferencial

PUBLICADO EM 2010, o livro *Programa Mínimo de Cosmologia* organizado pelos professores Mario Novello, Nelson Pinto Neto e Santiago Esteban Perez Bergliaffa apresenta os objetivos, os métodos, os formalismos matemáticos, bem como os problemas e os temas de pesquisa mais representativos da Cosmologia, Gravitação e Astrofísica, fornecendo os conhecimentos necessários para uma boa compreensão do estado atual da área.

Esses conhecimentos básicos foram unificados em um só volume cujo objetivo é servir de introdução e referência para estudantes de graduação e pós-graduação de todas as áreas da Física.

A publicação reúne os seguintes textos: Teoria da Gravitação [Vitorio de Lorenci], Cosmologia I: Fenomenologia [Martin Makler], Introdução à Cosmologia [Mario Novello], Termodinâmica em Relatividade Geral [J. M. Salim], Física de Objetos Compactos [Herman J. Mosquera Cuesta], Buracos Negros [Santiago Esteban Perez Bergliaffa], Astrofísica de Ondas Gravitacionais [Herman J. Mosquera Cuesta], Astropartículas I [Sergio E. Jorás], **Astropartículas II** [Júlio C. Fabris], Gravitação e Cosmologia Quânticas [Nelson Pinto Neto], Panorama breve da Cosmologia Contemporânea [Luiz Alberto Oliveira], Teoria da Relatividade Especial [Renato Klippert] e Geometria Diferencial [Nelson Pinto Neto].

Os mesmos autores estão organizando um segundo volume do Programa Mínimo de Cosmologia, o PMC II, contendo exercícios. Sua publicação está prevista para março de 2013.



Produção científica

O grupo publicou cerca de 80 artigos originais nos seguintes periódicos internacionais: *Physics Reports*, *Physical Review*, *Classical and Quantum Gravity*, *International Journal of Modern Physics*, *Physics Letters*, *Gravity and Cosmology*, *Europhysics Letters*, *Journal of Cosmology and Astroparticle*, *Journal of Physics*, *Astronomy and Astrophysics*, *Astrophysical Journal*, *Foundations of Physics*.

A listagem completa dos artigos pode ser obtida no sítio [inspirehep.net] e por meio do Currículo Lattes dos integrantes do ICRA:

- MARIO NOVELLO** → <http://lattes.Cnpq.Br/5205000061462210>
- NELSON PINTO NETO** → <http://lattes.Cnpq.Br/6196081550581346>
- JOSE MARTINS SALIM** → <http://lattes.Cnpq.Br/5341090267791789>
- NAMI FUX SVAITER** → <http://lattes.Cnpq.Br/4315802970239162>
- LUIZ ALBERTO OLIVEIRA** → <http://lattes.Cnpq.Br/0154832722772626>
- MARTIN MAKLER** → <http://lattes.Cnpq.Br/6567844719949395>
- FELIPE TOVAR FALCIANO** → <http://lattes.Cnpq.Br/7214193952056222>

Além de publicar em anais de congressos internacionais o ICRA produziu os seguintes livros técnicos.

título	publicação/instituição	data	autores
Programa Mínimo de Cosmologia	ICRA/Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/Ministério da Ciência e Tecnologia	2010	Mario Novello, Nelson Pinto Neto, Santiago Perez Bergliaffa (editores)
Teorias e interpretações da Mecânica quântica	São Paulo: Editora Livraria da Física Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	2010	Nelson Pinto Neto
Eletrodinâmica não linear: causalidade e efeitos cosmológicos	São Paulo: Editora Livraria da Física Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	2010	Mario Novello e Érico Goulart
Cosmologia	São Paulo: Editora Livraria da Física Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	2010	Mario Novello

Workshops

O ICRA organiza workshops periodicamente de duração variável de dois até 10 dias, com foco nas áreas de atuação do grupo.

WORKSHOP ARTIFICIAL BLACK HOLES organizado em colaboração com cientistas da Nova Zelândia, Estados Unidos e Rússia, reuniu pela primeira vez pesquisadores de três áreas da Física que investigam processos bastante semelhantes aos que ocorrem nos Buracos Negros gravitacionais, a saber: propagação do som em meios não lineares, eletrodinâmica não linear e fenômenos associados ao hélio líquido. A possibilidade de produzir e controlar em laboratórios terrestres, fenômenos que exibem algumas das características dos Buracos Negros possui grande interesse, dada a impossibilidade operacional de obter diretamente informações sobre o comportamento da matéria em campos gravitacionais intensos e dos próprios objetos gravitacionalmente colapsados.

WORKSHOP TRANSPANCKIAN PHYSICS examinou as origens das flutuações primordiais que teriam atuado como sementes das atuais configurações materiais observadas no universo sob forma de galáxias e aglomerados de galáxias. A possibilidade de tratar fenômenos gravitacionais como processos de natureza quântica levam, inevitavelmente, ao exame de dimensões reduzidas ao extremo, envolvendo energias fantásticamente grandes.

WORKSHOP DARK ENERGY SURVEY reuniu físicos e astrônomos envolvidos na participação brasileira no projeto de Cosmologia Observacional.

WORKSHOP DE GRAVITAÇÃO E COSMOLOGIA envolveu cientistas do Instituto de Física Teórica de São Paulo, da Universidade Federal do Espírito Santo e do ICRA e se concentrou em questões atuais da Cosmologia, em particular, dos cenários que envolvem o Universo acelerado.

WORKSHOP INTERNO reúne anualmente, desde 2007, todos os pesquisadores do ICRA que apresentam suas atividades e o desenvolvimento de suas pesquisas por meio de seminários, que visam à circulação de informações e a interatividade de seus membros.

40

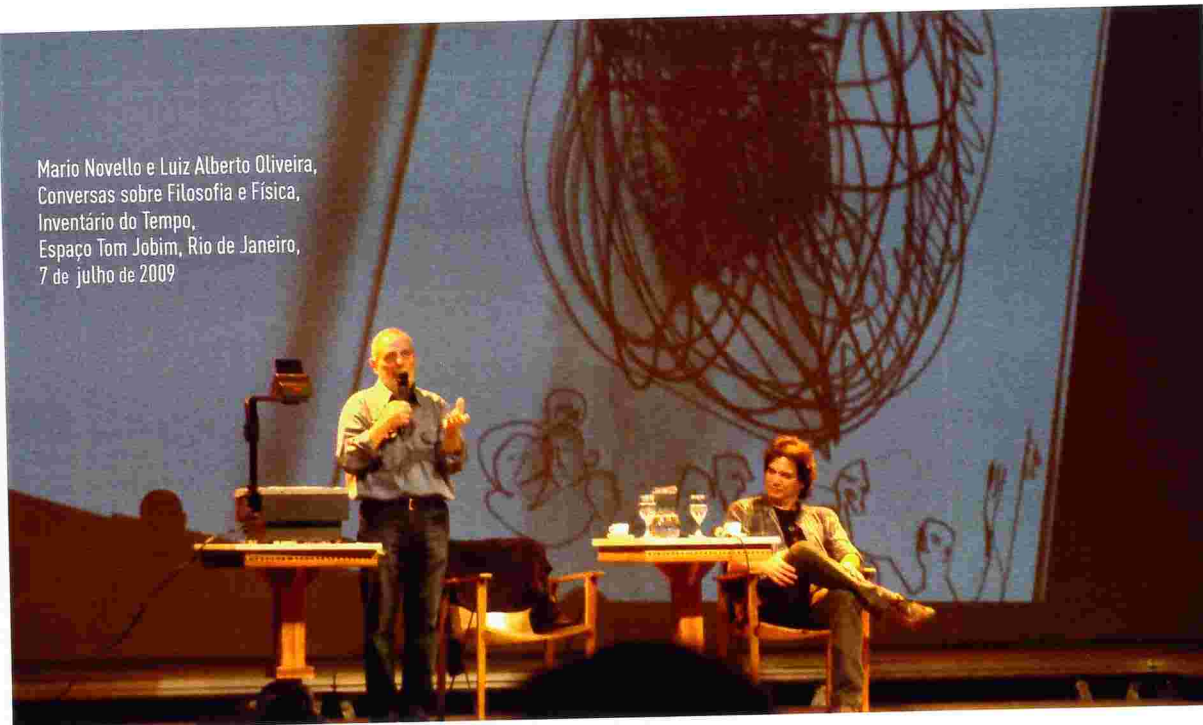
Divulgação
Científica →



Os pesquisadores do ICRA realizam diversas atividades relacionadas à divulgação científica voltadas para o público em geral nas áreas de Cosmologia, Astronomia, História e Filosofia da Ciência. Abaixo selecionamos algumas dessas atividades realizadas no período de 2005 a 2012.

ARTIGOS EM PERIÓDICOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA			
título	periódicos	data	autor
Bóson de Higgs e a massa de todos os corpos	<i>Scientific American Brasil</i>	set. 2012	Mario Novello
Higgs na berlinda. Físico brasileiro diz que descoberta não explica mistério da massa e defende teoria diferente	<i>O Globo</i>	6 jul. 2012	Mario Novello
A refundação da Física	<i>Scientific American Brasil</i>	jun. 2012	Mario Novello
O mistério intrigante da origem da massa	<i>Scientific American Brasil</i>	jul. 2011	Mario Novello
Um giro pela Astronomia moderna – das galáxias ao universo	<i>Ciência Hoje das Crianças</i>	01 jul. 2009	Martin Makler
Aventuras na Cosmologia	<i>Ciência Hoje</i>	2009	Nelson Pinto Neto
O universo visto pelas lentes gravitacionais	<i>Ciência Hoje</i>	01 out. 2009	Martin Makler
Universo oscilante e a Cosmologia no Brasil	<i>Scientific American Brasil</i> , Edição Especial, De que é feito o Universo?	2009	Mario Novello
O presente do futuro	<i>Revista Nosso Caminho</i>	abr. 2009	Luiz Alberto Oliveira
O grande equívoco	Resenha do livro <i>Big Bang de Simon Singh</i> , <i>Ciência Hoje</i>	01 nov. 2007	Martin Makler
O que dizem as principais teorias sobre a variação na quantidade de matéria do universo?	<i>Ciência Hoje</i>	01 jun. 2007	Martin Makler
A refundação da Física pela Cosmologia	IHU On-Line revista do Instituto Humanitas Unisinos (IHU), Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos	02 maio 2006	Mario Novello
Retrato do universo quando jovem – parte 2	<i>Ciência Hoje</i>	01 maio 2006	Martin Makler
O que é Cosmologia?	<i>Revista Humanidades</i> , Editora Universidade de Brasília	maio 2005	Mario Novello

Mario Novello e Luiz Alberto Oliveira,
Conversas sobre Filosofia e Física,
Inventário do Tempo,
Espaço Tom Jobim, Rio de Janeiro,
7 de julho de 2009



42

ENTREVISTAS

título	publicação/instituição	data	entrevistados
Exposição humanidade 2012	Rio de Janeiro, Forte de Copacabana www.humanidade2012.net	11 a 22 jun. 2012	Luiz Alberto Oliveira Mario Novello
Os avanços nas pesquisas sobre o espaço	Videoreportagem, Globo Ciência	dez. 2011	Martin Makler
Episódio sobre Relatividade	Entrevista programa Globo Ciência	12 jul. 2010	Martin Makler
A Ciência que eu faço, Semana Nacional de Ciência e Tecnologia	www.youtube.com	19 a 25 out. 2009	Mario Novello
Programa Roda Viva. TV Cultura	http://www.rodaviva.fapesp.br/matéria/353/entrevistados/mario_novelo_2006.htm	set. 2006	Mario Novello

MATÉRIAS NA IMPRENSA

título	publicação/instituição	data	autores
Antes de tudo, o nada	<i>O Estado de S. Paulo</i> , Aliás	17 set. 2006	Fred Melo Paiva
Brasileiro faz maior contagem do universo	<i>Folha de S. Paulo</i> , Folha Ciência	20 abr. 2005	Salvador Nogueira
Uma nova revolução está em marcha?	<i>O Globo</i>	18 maio 2005	Ana Lúcia Azevedo

CONFERÊNCIAS, PALESTRAS E MESAS-REDONDAS			
título	evento/local	data	palestrantes
Criação do Universo e a partícula de Deus	MIDRASH Centro Cultural, Rio de Janeiro	8 ago. 2012	Mario Novello
Cosmologia – do <i>Big Bang</i> ao Universo eterno	Encontro Regional de Ciências do Núcleo de Pesquisa de Ciências (NUPESC), Fundação Técnico Educacional Souza Marques, Rio de Janeiro	31 jul. 2012	Mario Novello
Sobre repouso, inércia e estabilidade	Ciclo de palestras Mutações – elogio da preguiça, Artepensamento (UFBa, Salvador) SESC Paço da Liberdade, Curitiba	2012	Luiz Alberto Oliveira
O dia de amanhã	Capela das Humanidades, Exposição Humanidades 2012, Rio de Janeiro	2012	Luiz Alberto Oliveira
O que é a matéria escura?	Ciclo de palestras Fique por Dentro, Laboratório Nacional de Ciência da Computação [LNCC], Petrópolis (RJ)	14 jun. 2011	Martin Makler
Os desafios da Cosmologia do século XXI	Atividades de Ciência e Tecnologia, Olhe para o Céu, Universidade de Brasília [UnB], Brasília (DF)	19 ago. 2010	Martin Makler
Do <i>Big Bang</i> ao Universo eterno	Centro Cultural da UNISUAM, Rio de Janeiro	8 jun. 2010	Mario Novello
Questões fundamentais da Cosmologia	Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos (SP)	2 jun. 2010	Mario Novello
O enigma do tempo	Tempo – Festival das Artes / 1º tempo, http://tempofestival.com.br/instantaneo/tag/palestra/	19 dez. 2009	Mario Novello
Conversas sobre Filosofia e Física	Inventário do Tempo, Espaço Tom Jobim, Rio de Janeiro	7 jul. 2009	Mario Novello Luiz Alberto Oliveira
Universo visto através de lentes gravitacionais	Convite à Física, Instituto de Física da Universidade de São Paulo [USP]	15 abr. 2009	Martin Makler
A Cosmologia do século XX	Reunião Regional da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) na Baixada Fluminense. Educação e ciência para o desenvolvimento sustentável da Baixada Fluminense, Teatro SESC, Nova Iguaçu	8 maio 2008	Mario Novello
Tempo: uma ilusão ainda que persistente	VII Escola do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas [CBPF], Rio de Janeiro	2008	Luiz Alberto Oliveira
De onde vem, para onde vai e de que é feito o universo?	Instituto de Ciências Exatas/ Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Semana da Física	20 a 24 out. 2008	Nelson Pinto Neto
De onde viemos, para onde vamos	Programa Tome Ciência	dez. 2008	Martin Makler
A ciência explicada aos pedestres	Ciclo de palestras Ecos da Ciência, Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro [UFRJ]	2007	Luiz Alberto Oliveira
Cosmologia	10º Encontro Nacional de Astronomia, Planetário da Cidade do Rio de Janeiro	17 nov. 2007	Martin Makler

CONFERÊNCIAS, PALESTRAS E MESSAS-REDONDAS			
título	evento/local	data	palestrantes
Lado escuro do universo	Astronomia para poetas II, Casa da Ciência/ Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	10 out. 2006	Martin Makler
Fayga Ostrower: visões paralelas de espaço e tempo na arte e na ciência	Simpósio Ciência Arte 2006, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro	2006	Luiz Alberto Oliveira
A física 100 anos depois da revolução de Einstein	Programa Tome Ciência	ago. 2005	Martin Makler
Da história das concepções do universo à história do universo segundo nossas concepções	Ciclo Astronomia no Verão VIII, Observatório Nacional, Rio de Janeiro	19 jul. 2005	Martin Makler
Universo magnético cíclico	Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém	2009	Aline Nogueira
Da Astronomia à Cosmologia	Colégio Naval, Angra dos Reis	22 abr. 2012	Eduardo Bittencourt
Universos possíveis	IV Encontro Internacional de Astronomia e Astronáutica, Instituto Federal Fluminense (IFF), Campos de Goytacazes (RJ)	abr. 2011	Josephine Rua

LIVROS, CAPÍTULOS DE LIVROS E PERIÓDICOS

título	publicação/instituição	data	autores
Qualcosa anziché il nulla. La rivoluzione del pensiero cosmológico	Torino; Milan: Editora Einaudi [Tradução para o italiano do livro. <i>O que é Cosmologia?</i> Editora Zahar, 2006]	2011	Mario Novello
<i>Do Big Bang ao Universo eterno</i>	Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed.	2010	Mario Novello
Revista eletrônica <i>Cosmos e Contexto</i> de Cosmologia e Cultura	ICRA/CBPF/MCTI	dez. 2011	Mario Novello, Eduardo Bittencourt, Grasielle Santos, Josephine Rua e Maria Borba (editores)
Sobre repouso, inércia e estabilidade	IN: <i>Mutações – Elogio à Preguiça</i> Ed. SESC-SP, São Paulo, p. 421-452	2012	Luiz Alberto Oliveira
CiberCentauros: sobre a possível hibridização entre homens e máquinas	IN: <i>Uma sociedade pós-humana?</i> <i>Possibilidades e limites das nanotecnologias</i> Editora Unisinos, p. 101-121.	2009	Luiz Alberto Oliveira
A Literatura Natural – Imagens contemporâneas da natureza	IN: <i>Ciência em foco.</i> Rio de Janeiro: MAST/ Garamond/FAPERJ	2008	Luiz Alberto Oliveira
<i>O que é Cosmologia?</i> <i>A revolução do pensamento cosmológico</i>	Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed.	2006	Mario Novello

COSMOLOGIA DO SÉCULO XX

DE 1915 AO SÉCULO XXI

1915 Albert Einstein publica a Teoria da Relatividade Geral, revolucionando a compreensão da gravitação e o destino do universo.

1917 Einstein aplica a Relatividade Geral ao universo como um todo, propondo um modelo estático e finito.

1923 Edwin Hubble demonstra que as "nébulas espirais" são galáxias distantes, abrindo o caminho para a descoberta da expansão do universo.

1929 Hubble estabelece a Lei da Expansão do Universo, mostrando que a velocidade de recessão das galáxias é proporcional à distância.

1931 O modelo de universo em expansão ganha força, embora inicialmente seja considerado "repulsivo" por Einstein.

1942 Georges Lemaître propõe a hipótese do "Big Bang", sugerindo que o universo começou a partir de um ponto extremamente quente e denso.

1948 A descoberta da radiação cósmica de fundo (RCF) por Arno Penzias e Robert Wilson confirma o modelo do Big Bang.

1964 A descoberta da RCF é confirmada por uma equipe liderada por Robert Dicke, Peter Peebles e David Wilkinson.

1967 A descoberta das quasares, objetos extremamente luminosos e distantes, reforça a ideia de um universo em expansão.

1972 A descoberta de supernovas tipo Ia em galáxias distantes revela que a expansão do universo está acelerando.

1979 A descoberta de pulsares, estrelas de nêutrons em rápida rotação, oferece novos insights sobre a física extrema.

1981 A descoberta de buracos negros supermassivos no centro de galáxias, incluindo a Via Láctea.

1982 A descoberta de matéria escura, uma forma invisível de matéria que influencia a dinâmica das galáxias.

1983 A descoberta de ondas gravitacionais, ondulações no tecido do espaço-tempo previstas por Einstein.

1987 A descoberta de neutrinos, partículas fundamentais que interagem muito pouco com a matéria.

1990 O lançamento do telescópio espacial Hubble, permitindo observações sem a turbulência da atmosfera terrestre.

1998 A descoberta da energia escura, uma força misteriosa que acelera a expansão do universo.

Século XXI A busca por uma teoria unificada da física, incluindo a gravidade quântica e a compreensão da origem do universo.

Cosmologia
A cosmologia é o estudo do universo em sua totalidade, desde sua origem até seu destino final. Ela investiga a estrutura, a evolução e a dinâmica do cosmos.

Constante cosmológica (Λ)
A constante cosmológica é um termo matemático introduzido por Einstein na equação da Relatividade Geral para representar a energia do vácuo.

A equação de Friedmann (1922) e a equação de Raychaudhuri (1937)
A equação de Friedmann descreve a expansão do universo em função da densidade e da pressão. A equação de Raychaudhuri descreve a evolução da curvatura do espaço-tempo.

Big Bang ou Explosão do Universo?
O termo "Big Bang" foi cunhado por Fred Hoyle para descrever o modelo de origem do universo. Embora controverso, tornou-se o termo mais utilizado para descrever o início do universo.

1917 Einstein publica a Teoria da Relatividade Geral, revolucionando a compreensão da gravitação e o destino do universo.

1923 Edwin Hubble demonstra que as "nébulas espirais" são galáxias distantes, abrindo o caminho para a descoberta da expansão do universo.

1929 Hubble estabelece a Lei da Expansão do Universo, mostrando que a velocidade de recessão das galáxias é proporcional à distância.

1931 O modelo de universo em expansão ganha força, embora inicialmente seja considerado "repulsivo" por Einstein.

1942 Georges Lemaître propõe a hipótese do "Big Bang", sugerindo que o universo começou a partir de um ponto extremamente quente e denso.

1948 A descoberta da radiação cósmica de fundo (RCF) por Arno Penzias e Robert Wilson confirma o modelo do Big Bang.

1964 A descoberta da RCF é confirmada por uma equipe liderada por Robert Dicke, Peter Peebles e David Wilkinson.

1967 A descoberta das quasares, objetos extremamente luminosos e distantes, reforça a ideia de um universo em expansão.

1972 A descoberta de supernovas tipo Ia em galáxias distantes revela que a expansão do universo está acelerando.

1979 A descoberta de pulsares, estrelas de nêutrons em rápida rotação, oferece novos insights sobre a física extrema.

1981 A descoberta de buracos negros supermassivos no centro de galáxias, incluindo a Via Láctea.

1982 A descoberta de matéria escura, uma forma invisível de matéria que influencia a dinâmica das galáxias.

1983 A descoberta de ondas gravitacionais, ondulações no tecido do espaço-tempo previstas por Einstein.

1987 A descoberta de neutrinos, partículas fundamentais que interagem muito pouco com a matéria.

1990 O lançamento do telescópio espacial Hubble, permitindo observações sem a turbulência da atmosfera terrestre.

1998 A descoberta da energia escura, uma força misteriosa que acelera a expansão do universo.

Século XXI A busca por uma teoria unificada da física, incluindo a gravidade quântica e a compreensão da origem do universo.

Cosmologia
A cosmologia é o estudo do universo em sua totalidade, desde sua origem até seu destino final. Ela investiga a estrutura, a evolução e a dinâmica do cosmos.

Constante cosmológica (Λ)
A constante cosmológica é um termo matemático introduzido por Einstein na equação da Relatividade Geral para representar a energia do vácuo.

A equação de Friedmann (1922) e a equação de Raychaudhuri (1937)
A equação de Friedmann descreve a expansão do universo em função da densidade e da pressão. A equação de Raychaudhuri descreve a evolução da curvatura do espaço-tempo.

Big Bang ou Explosão do Universo?
O termo "Big Bang" foi cunhado por Fred Hoyle para descrever o modelo de origem do universo. Embora controverso, tornou-se o termo mais utilizado para descrever o início do universo.

ICRA
Brasil



CONFERÊNCIA
SOBRAL

A questão, que minha mente formulou,
foi respondida pelo radiante céu do Brasil.

Albert EINSTEIN

46



COSMOS&CONTEXTO

REVISTA ELETRÔNICA DE COSMOLOGIA E CULTURA



WWW.COSMOSECONTEXTO.ORG.BR

Fevereiro de 1600. Campo de Fiori, Roma. Giordano Bruno é queimado em praça pública por não ter aceitado o dogma institucionalizado pelo sistema de poder vigente. Trinta anos depois, Galileu Galilei abjurando sua crença diante do Tribunal do Santo Ofício escapou de ter a mesma sorte. Giordano Bruno foi um dos primeiros a defender a ideia de que o Universo é eterno na obra *De l'infinito, universo e mondi* (1548).

IMPRESSOS			
título	publicação	data	patrocinador
Friedmann: o homem que expandiu o Universo (1888-1925)	Folder de divulgação do evento Friedmann Seminar in Rio	30 maio - 3 jun. 2011	ICRA / CBPF / MCTI
Cosmologia do século XX. De 1915 ao século XXI	Pôster sobre a história da Cosmologia		ICRA / CBPF / MCTI
30 anos – Escola Brasileira de Cosmologia e Gravitação	Catálogo comemorativo bilíngue		ICRA / CBPF / MCTI
ICRA – Brasil. Cosmologia, Relatividade e Astrofísica	Folder de divulgação das atividades científicas do Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica (ICRA)		ICRA / CBPF / MCTI
I Conferência de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica de Sobral	Postal de divulgação [Mica]	8 a 10 ago. 2007	ICRA / CBPF / MCTI
Revista eletrônica <i>Cosmos e Contexto</i> de Cosmologia e Cultura	Postal de divulgação [Mica]	15 dez. 2011	ICRA / CBPF / MCTI

EXPOSIÇÕES E FEIRAS DE CIÊNCIAS			
evento	local	data	monitores
XXVII th International Astronomical Union (IAU) General Assembly	Rio de Janeiro (RJ)	3 a 14 ago. 2011	Mariana Penna Lima
Astronomia na Cinelândia	Cinelândia, Rio de Janeiro (RJ)	4 a 8 ago. 2009	Grasiele Santos sob a coordenação do professor Martin Makler
60ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas (SP)	13 a 18 jul. 2008	Marcela Campista
II Feira da FAPERJ, Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia	Centro Cultural da Ação da Cidadania (CCAC), Duque de Caxias (RJ)	29 a 30 jun. 2009	Mariana Penna Lima
Exposição do Laboratório Didático do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas [LABDID/CBPF] sob a coordenação do professor Martin Makler, Semana de Ciência & Tecnologia	Rio de Janeiro (RJ)	out. 2012, 2011, 2010, 2009, 2008, 2007, 2006	Aline Nogueira Araújo, Clécio de Bom, Cristopher Zuñiga Vargas, Eduardo Bittencourt, Felipe Poulis, Gabriel Caminha, Grasiele Santos, Habib Montoya, Josephine Rua, Marcela Campista, Mariana Penna Lima, Sandro Vitenti

Evento comemorativo dos 100 anos da Teoria da Relatividade Geral

GR 100



48

Em 2015 o Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica (ICRA/CBPF) será a sede de uma conferência internacional para comemorar o centenário da obra mais fundamental de Albert Einstein: a Relatividade Geral (RG), uma teoria da gravitação que modificou profundamente a formulação anterior de Newton. Na ocasião será examinado seu legado, seu enorme sucesso e seu método de exame de processos extraordinários no universo, sejam eles localizados, como no caso dos buracos negros, ou em grande escala em dimensões cósmicas. Iremos também promover um balanço crítico envolvendo algumas de suas dificuldades e analisar propostas alternativas que têm sido examinadas desde sua criação em 1915. Além das atividades de pesquisa avançada que serão realizadas por meio de workshops e conferências internacionais, haverá atividades de divulgação para o público em geral em todo o Brasil.

Depois de 100 anos de seu estabelecimento, é compreensível o crescimento de críticas que a RG tem recebido nos últimos tempos, vindo de diversas áreas. Como a gravitação é uma força bastante fraca (por comparação com as demais forças da natureza, isto é, o eletromagnetismo e as forças nucleares) podemos entender porque os mais importantes testes que determinam suas propriedades são obtidos por observações realizadas no espaço, até mesmo para além do sistema solar.

Quatro das principais críticas à RG estão, com efeito, no território da Astrofísica e da Cosmologia, a saber:

Singularidade

Matéria escura

Energia escura

Quantização

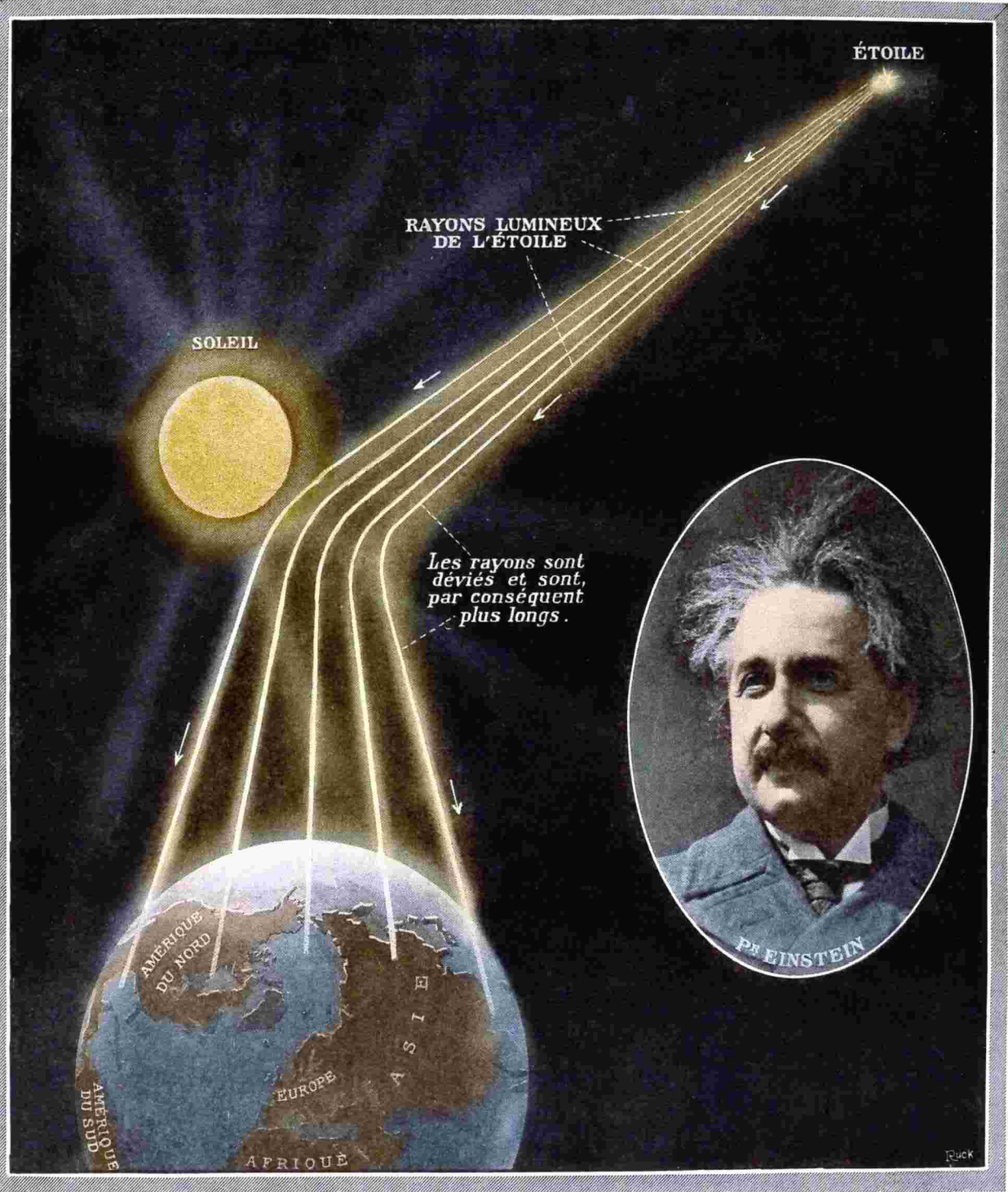
Foi o próprio Einstein quem limitou o alcance da aplicação da RG ao afirmar que nas regiões onde o campo gravitacional é extraordinariamente elevado, incapaz de ser descrito por uma função regular permitindo assim o aparecimento de uma singularidade, as equações da RG devem ser alteradas. A matéria escura e a energia escura são propriedades hipotéti-


cas da substância do mundo, criadas para contornar dificuldades observacionais que a teoria de Einstein exhibe. Quanto à questão de quantização do campo gravitacional, a crítica é um pouco menos consistente, posto que ela repousa sobre uma hipótese (isto é, todo campo da física deve ser quantizado) que não possui suporte observacional.

Há várias propostas para alterar a RG associadas a diferentes áreas da Física, desde a microfísica de altas energias (pretendendo considerar a gravitação como uma teoria quantizável); a Física da matéria condensada via modelos análogos (na qual a gravitação seria o resultado macroscópico de forças de outra natureza em nível microscópico); alterações na dinâmica da RG (através de teorias envolvendo modos de propagação diferentes como as do tipo $f(R)$).

Particular atenção merece a recente teoria escalar geométrica apresentada em agosto de 2012 na XV Brazilian School of Cosmology and Gravitation (BSCG), em Mangaratiba.

Antes, e para entendermos seu contexto, uma breve história. No final da primeira década do século passado, ficou claro para vários cientistas (como Nordstrom, Einstein e Grossmann) que a teoria da gravitação newtoniana deveria sofrer uma profunda modificação. Do ponto de vista formal isso apareceu como consequência natural da impossibilidade de conciliar a gravitação newtoniana com a Relatividade Especial de 1905, graças, em





Ao lado, ilustração demonstrando a Teoria da Relatividade Geral de A. Einstein através da medida do comprimento de onda de um raio luminoso pela observação de um eclipse em 29 de maio de 1919. Dois grupos de astrônomos enviados à cidade de Sobral, no Ceará, e à Ilha de Príncipe, na África Ocidental, fotografaram estrelas durante o eclipse e comprovaram que a luz emitida por elas sofria um desvio ao passar pelo Sol. Ao demonstrarem o desvio dos raios luminosos, provou-se que a luz sofre a ação gravitacional devido à curvatura do espaço-tempo causada por corpos físicos dotados de grandes massas, como o Sol.

particular, à propriedade postulada na formulação newtoniana segundo a qual a força gravitacional ocorreria instantaneamente, em contradição com um dos preceitos da Relatividade Especial, que afirma não existir propagação com velocidade maior do que a da luz.

Os cientistas começaram então a procurar por uma nova teoria da gravitação que fosse a versão relativista da formulação newtoniana sendo então levados a descrever o campo gravitacional como um campo escalar, isto é, por via de uma só função (semelhante, nesse aspecto, à versão newtoniana), adaptada à nova estrutura espaço-temporal que a Relatividade Especial estabelecera em 1905 e que substituiria o espaço absoluto e o tempo absoluto.

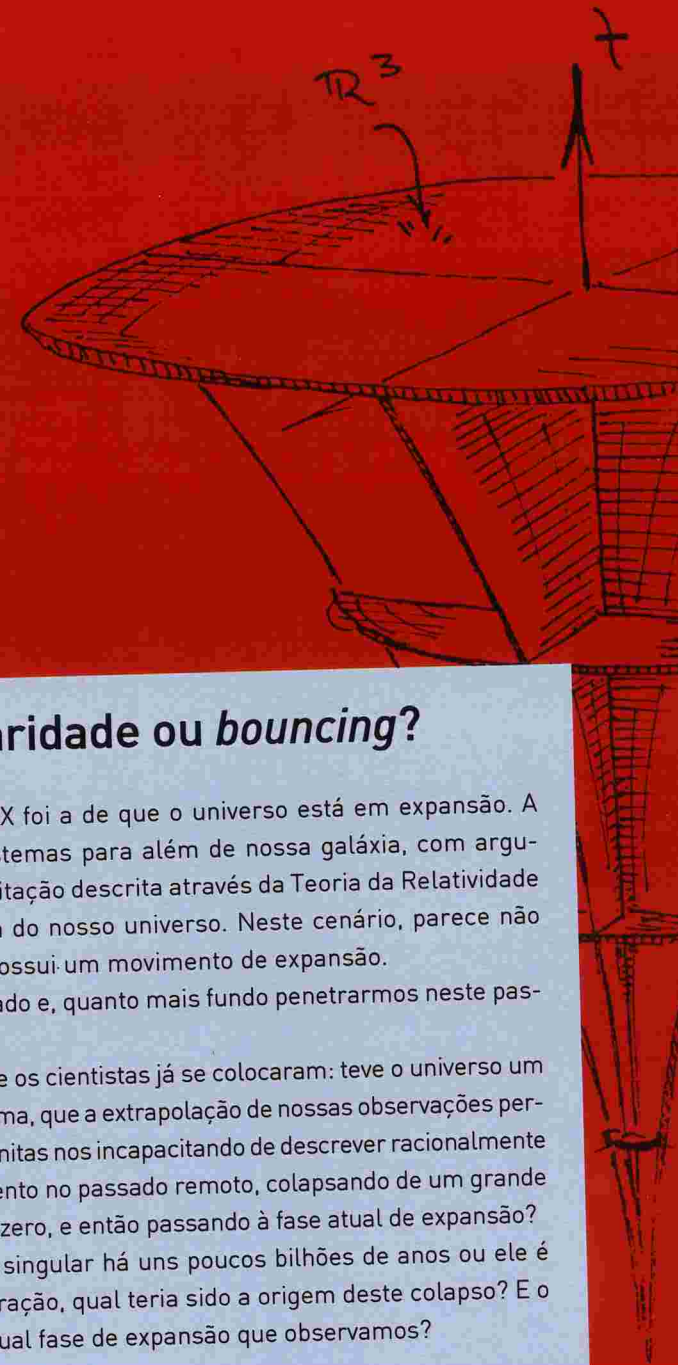
Não cabe aqui entrar em detalhes sobre a proposta que vários cientistas e Einstein perseguiram

em 1913. Mas cabe registrar que Einstein iria abandoná-la antes de 1915 em nome de sua Teoria da Relatividade Geral, trocando uma única função escalar pelas 10 variáveis necessárias para caracterizar a métrica do espaço-tempo. Recentemente mostrou-se que a razão apresentada por Einstein para o abandono da teoria escalar, por considerá-la internamente inconsistente, estava errada.

Um reexame recente da proposta original da teoria escalar apontou as falhas na argumentação de Einstein, mostrando como é possível efetivamente construir uma teoria métrica da gravitação usando somente um campo escalar.

O principal território de teste da nova teoria é o universo em grande escala. Isso é consequência da característica universal da força gravitacional que permite afirmar que toda nova teoria da gravitação produz uma nova Cosmologia.

Linhas de Pesquisa →



52

Origem do Universo: singularidade ou *bouncing*?

Uma das mais fantásticas descobertas do século XX foi a de que o universo está em expansão. A união de observações astronômicas envolvendo sistemas para além de nossa galáxia, com argumentos teóricos sustentados por uma teoria da gravitação descrita através da Teoria da Relatividade Geral, permitiram construir uma imagem dinâmica do nosso universo. Neste cenário, parece não haver dúvida de que vivemos em um universo que possui um movimento de expansão.

Isso quer dizer que seu volume foi menor no passado e, quanto mais fundo penetrarmos neste passado, mais condensado ele aparece.

Neste ponto surge a questão mais fundamental que os cientistas já se colocaram: teve o universo um começo singular, naquele ponto de condensação máxima, que a extrapolação de nossas observações permite realizar, onde as quantidades físicas são todas infinitas nos incapacitando de descrever racionalmente o que ocorreu ali? ou ele teria tido outro comportamento no passado remoto, colapsando de um grande volume até um valor de volume mínimo, diferente de zero, e então passando à fase atual de expansão?

Dito de outro modo: o universo teve um começo singular há uns poucos bilhões de anos ou ele é eterno? E se existiu aquele período anterior de contração, qual teria sido a origem deste colapso? E o que teria ocasionado a inversão (*bouncing*) para a atual fase de expansão que observamos?

Energia Escura

A Cosmologia moderna começou na segunda década do século XX a partir de uma resposta inesperada dada por Einstein à seguinte questão: ao procurar gerar uma descrição global do universo, aplicando a Física convencional, local, estabelecida em nossa vizinhança, extrapolando o território de sua validade para além do que a observação garante, estaremos sendo imprudentes? Estaremos certamente dentro da tradição científica, fazendo aquilo que convencionalmente tem sido feito pelos cientistas, isto é, extrapolar resultados para além do limite seguro de sua comprovação experimental até o momento em que nos deparemos com alguma contradição ou resultado novo que exija alguma mudança formal naquela descrição. Podemos proceder assim ao tratar do universo? Ou é preciso introduzir algo mais para construirmos uma descrição do universo? Precisamos de alguma hipótese adicional que não esteja contida na Física? Devemos introduzir alguma propriedade que só tenha significado global, isto é, quando aplicada ao universo inteiro e que não induza nenhum fenômeno observável, nenhuma alteração sensível localmente? Einstein responde sim a estas questões e introduz a noção de constante cosmológica, com o caráter de uma força gravitacional repulsiva.

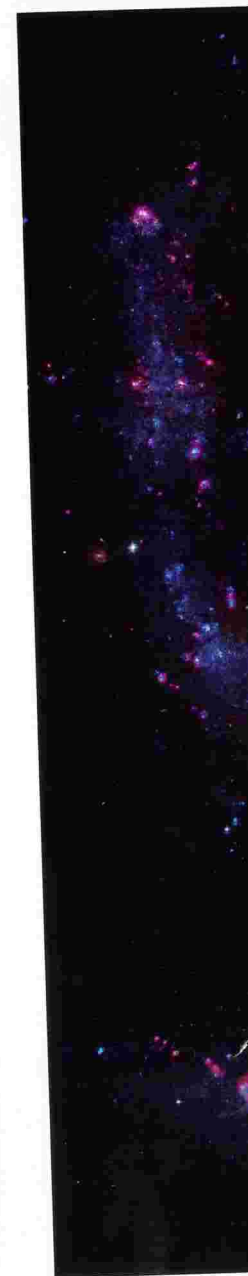
Em 1998, observações de supernovas distantes apresentaram evidências observacionais que podem ser interpretadas como se o universo estivesse em expansão acelerada. Isso implica, dentro da Teoria da Relatividade Geral, que devem existir pressões negativas dominando a evolução dinâmica do universo. Como consequência, a constante cosmológica que Einstein introduzira para poder realizar seu modelo cosmológico readquiriu um importante papel. Além desta constante, outras formas pouco usuais da matéria têm sido estudadas como responsáveis pela produção destas pressões negativas. Cunhou-se o termo genérico energia escura para caracterizar estas diferentes formas de energia não convencionais de altas pressões negativas. Os candidatos a esta estranha propriedade da matéria são vários: fluidos com equações de estado exóticas; campos eletromagnéticos não lineares; modificações da equação da Relatividade Geral, para citar somente algumas propostas.

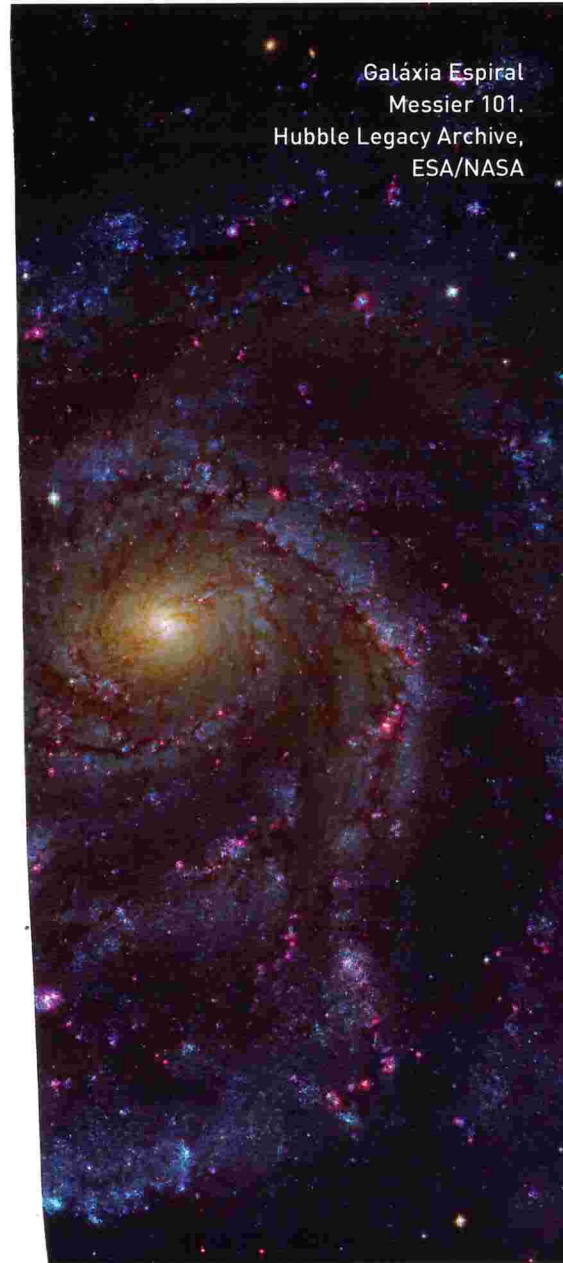
É possível construir um buraco negro em laboratório?

A Teoria da Relatividade Geral permite interpretar fenômenos gravitacionais como modificações da geometria do espaço-tempo. Isso foi possível graças à universalidade desta força: tudo que existe sente a ação da força gravitacional. Essa propriedade pode ser usada para definir o que chamamos de existir. Podemos até mesmo sintetizar esta abrangência completa, afirmando: "caio, logo existo".

Esta ação acontece da mesma forma para qualquer tipo de matéria. Por isso, uma maçã ou uma macieira caem da mesma maneira em um dado campo gravitacional. Devemos esperar que esta interação possua características não lineares, posto que a transmissão da gravitação também deve possuir energia e, conseqüentemente, deve sentir os efeitos do campo gravitacional. Essa abrangência é ao mesmo tempo um fator de simplificação de sua descrição, bem como torna os processos gravitacionais difíceis de serem controlados em laboratório, sendo extremamente delicada a tarefa do experimentador que procura examinar as propriedades de um dado campo gravitacional.

Nos últimos anos, um método extremamente habilidoso para contornar esta dificuldade apareceu em vários setores da Física e tomou o nome genérico de modelos análogos. Foi criado a partir da observação de que em certas circunstâncias, processos não universais – como a propagação de ondas eletromagnéticas, propagação de ondas sonoras, algumas particularidades do hélio líquido –, podem ser descritos como conseqüências especiais de modificações da geometria associadas ao meio no qual estes fenômenos ocorrem. Isso significa que é possível produzir configurações de natureza não gravitacional como casos especiais de campos gravitacionais. As conseqüências deste procedimento são extremamente atraentes, pois permitem o acesso ao comportamento de campos gravitacionais, produzindo sua imitação em laboratórios terrestres. Como exemplo notável desta situação podemos citar a possibilidade de produção de um buraco negro análogo em laboratório, anunciada formalmente por centros de pesquisa em diversos países. Algumas propriedades dos buracos negros gravitacionais – dentre as quais a possibilidade prevista teoricamente de emissão de radiação –, poderão ser no futuro testadas graças à produção de suas cópias em laboratórios.





Galáxia Espiral
Messier 101.
Hubble Legacy Archive,
ESA/NASA

Qual a origem das galáxias e aglomerados de galáxias?

O universo é estruturado em galáxias, contendo cada uma delas centenas de bilhões de estrelas. As galáxias se organizam em aglomerados. Os aglomerados de galáxias podem conter centenas a milhares de galáxias e são as maiores estruturas gravitacionalmente ligadas do universo. Estas estruturas se originaram de pequenos desvios da alta homogeneidade existente nos primórdios e que cresceram devido à natureza atrativa da gravitação. Estes desvios da homogeneidade se originaram, possivelmente, de flutuações quânticas da matéria e do campo gravitacional. Observações recentes permitem distinguir entre diferentes mecanismos competitivos capazes de gerar aquelas sementes primordiais de inomogeneidades.

A formação e evolução dessas estruturas dependem diretamente do modelo cosmológico e servem, portanto, para testar modelos de universo. Sua estrutura e composição estão intimamente ligadas à evolução das galáxias e aos processos que nela ocorrem, como explosões de supernovas e possível existência de buracos negros supermassivos. Os aglomerados atuam, portanto, como uma espécie de elo entre a Astrofísica e a Cosmologia. Esses objetos podem ser observados em diversos comprimentos de onda, desde os raios X até rádio, passando pelo visível e micro-ondas. As observações em cada faixa permitem sondar diferentes aspectos da estrutura e composição dos aglomerados, como o gás, as galáxias e a matéria escura. Foi, inclusive, a partir do estudo desses objetos que surgiram as primeiras evidências para a matéria escura. A função atual do cosmólogo consiste em produzir um modelo teórico capaz de constituir um cenário realista de acordo com as observações.

Quais as implicações da gravitação quântica para o mundo físico?

Embora uma teoria quântica da gravitação ainda contenha uma dose elevada de especulação, há situações em que os cientistas acreditam ser indispensável realizar um tratamento quântico. Uma delas consiste em compreender o estágio final dos buracos negros e para onde vai a informação por eles absorvida. Outra é entender a natureza do espaço-tempo. Se é granulado e se, por exemplo, esta granulação impõe modificações nas relatividades restrita e geral, com importantes efeitos na propagação por caminhos distantes de partículas muito energéticas – como os raios cósmicos –, onde os pequenos efeitos desta granulação se somariam gerando efeitos mensuráveis.

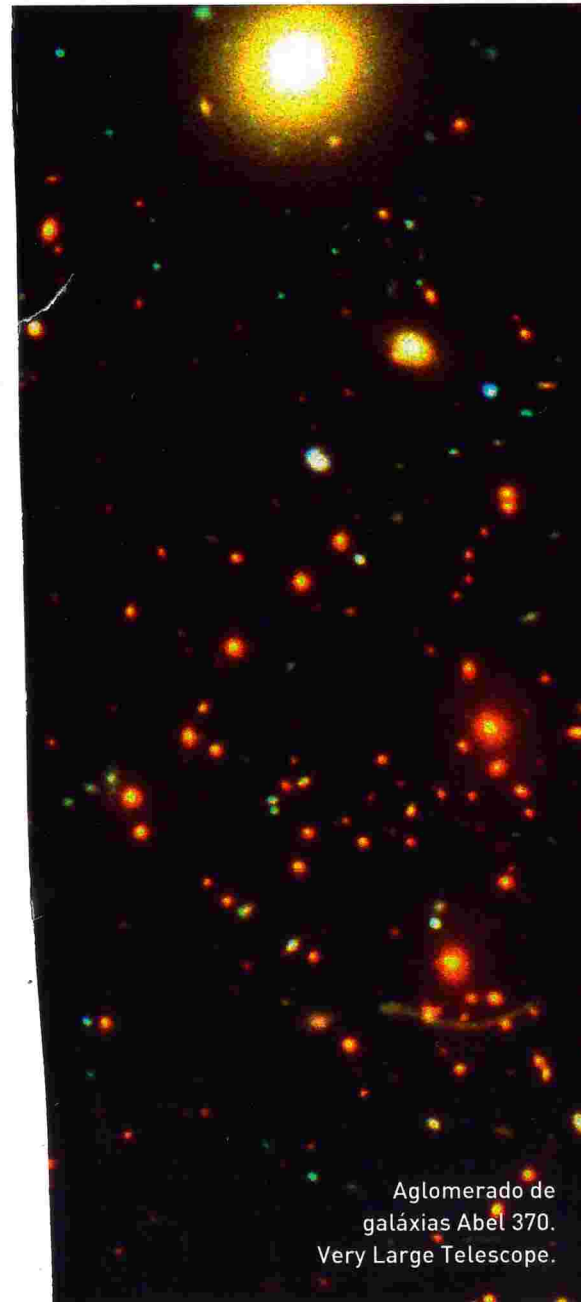
Para a Cosmologia, que trata de um único sistema físico que não controlamos, o universo, tão importante quanto encontrar suas equações dinâmicas é encontrar uma razão para as condições iniciais específicas, a partir das quais o universo teria evoluído: o porquê do alto grau de homogeneidade e isotropia primordiais, bem como aquelas condições que deram origem às suas estruturas. Espera-se que a aplicação da teoria quântica da gravitação à Cosmologia possa lançar uma luz sobre estas questões. Além disso, a Cosmologia quântica é um dos possíveis mecanismos que poderiam explicar a ausência de uma singularidade inicial, permitindo ao universo ser estendido para o infinito passado. Estas informações poderão ser obtidas a partir das observações da radiação cósmica de fundo e das ondas gravitacionais.

56

Fundamentos do espaço-tempo

A Física moderna não forneceu elementos conceituais consistentes necessários para estabelecer uma representação do mundo que não se limite à formulação matemática de operadores abstratos que são signos das regras de atuação prática nos laboratórios.

A partir do princípio de individuação proposto por Simondon e do plano de luz introduzido pela moderna teoria da relatividade, tratamos de estabelecer um campo problemático transdisciplinar que envolva a individuação física, biológica e social, estabelecendo os elementos capazes de instrumentar o pensamento e dar continuidade à busca inacabada do modernismo.



Aglomerado de galáxias Abel 370.
Very Large Telescope.

Lentes gravitacionais

O desvio da luz causado pela curvatura do espaço-tempo faz com que imagens de objetos distantes apareçam distorcidas quando observados a partir da Terra. Esse fenômeno é conhecido como lenteamento gravitacional, pois as estruturas do Universo agem como lentes ao modificar a trajetória da luz através do seu campo gravitacional. Por sondar o próprio espaço-tempo o lenteamento gravitacional é especialmente adequado para estudar a matéria e energia escuras (que se manifestam pelo seu efeito gravitacional) e testar modelos alternativos da gravitação.

O efeito de lente é dividido em dois regimes: forte e fraco. No lenteamento forte, galáxias de fundo são altamente magnificadas, distorcidas (formando arcos ou anéis) e/ou aparecem como imagens múltiplas. Esse efeito é gerado por galáxias e aglomerados de galáxias de grande massa quando o observador, a lente (a galáxia ou aglomerado) e a fonte (a galáxia de fundo) estão aproximadamente alinhados e são claramente identificados visualmente. Já o efeito fraco corresponde a uma pequena distorção na forma de galáxias distantes que não pode ser medida de forma individual, requerendo um grande número de fontes para ser estatisticamente significativa.

Pesquisadores do ICRA estudam esses dois regimes, com ênfase nos arcos gravitacionais. O grupo desenvolve ferramentas para detectar e caracterizar esses objetos em imagens astronômicas e utilizá-los para limitar modelos da distribuição de matéria nas lentes. Também são realizados estudos teóricos e simulações computacionais de arcos. Além disso, o grupo busca medir o efeito fraco produzido por aglomerados de galáxias.

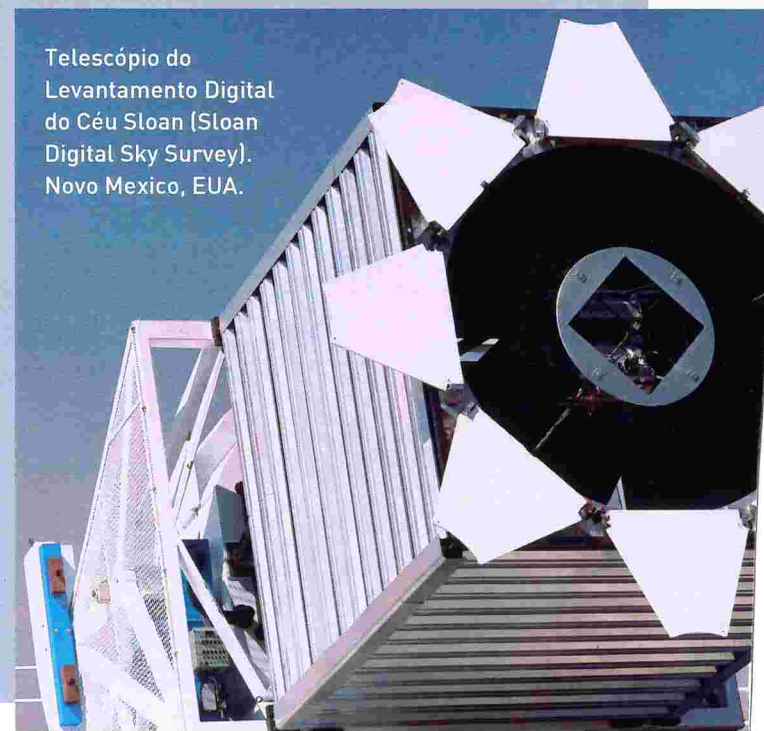
Cosmologia Observacional

A Cosmologia evolui a partir de um constante diálogo entre teoria e observação. O ICRA está envolvido em vários projetos internacionais de Cosmologia observacional, como o CFHT Stripe-82 Survey (CS82) e o Dark Energy Survey (DES). O CS82 obteve, em 2010-2011 imagens de alta resolução em uma região da esfera celeste conhecida como "faixa 82", a qual também é observada por uma dezena de outros projetos, cobrindo um amplo domínio do espectro eletromagnético. A combinação desses dados fornece uma visão pancromática e torna essa região uma das de maior potencial para aplicações em Cosmologia e Astrofísica. Já o DES iniciou suas operações no segundo semestre de 2012 e continuará até 2017, fornecendo imagens em cinco filtros com uma combinação inédita de área, resolução e profundidade tornando-o o projeto mais importante da Cosmologia ótica de seu tempo. Devido a sua combinação de múltiplos observáveis (incluindo supernovas, aglomerados, lentes gravitacionais e estrutura em grande escala) o DES permite obter medidas mais precisas e complementares capazes de limitar modelos de energia escura, matéria escura e modificações da gravidade. Tanto o DES quanto o CS82 são especialmente adequados para estudos de lentes gravitacionais, desde a escala de galáxias até a estrutura em grande escala do universo.

O ICRA está envolvido desde a fase inicial desses projetos e coordena a participação brasileira no CS82 e a área de lenteamento gravitacional forte do DES.

Outro projeto coordenado no ICRA é o SOAR Gravitational Arc Survey (SOGRAS) que utiliza tempo brasileiro nos telescópios SOAR e Gemini para obter imagens de arcos gravitacionais em aglomerados de galáxias. Entre 2008 e 2010 foram observados 51 aglomerados e descobertos oito sistemas de arcos gravitacionais. Esse projeto possui grande sinergia com CS82 e DES e buscará explorar uma nova fronteira de qualidade de imagem para arcos gravitacionais.

Telescópio do Levantamento Digital do Céu Sloan (Sloan Digital Sky Survey). Novo Mexico, EUA.



Qual a velocidade das ondas gravitacionais?

Das quatro forças fundamentais conhecidas, duas são de curto alcance, nucleares fraca e forte, duas são de longo alcance, eletromagnéticas e gravitacionais. As forças eletromagnéticas se propagam sob forma de ondas, as chamadas ondas eletromagnéticas (luz comum, raios X, raios gama, sinais de rádio etc.).

Embora seja difícil interpretar o análogo gravitacional das conhecidas ondas eletromagnéticas, devido a sua íntima conexão com a geometria do espaço-tempo, os cientistas acreditam que há indícios teóricos e observacionais para se acreditar na realidade das ondas gravitacionais.

Do ponto de vista formal, sabe-se de longa data que a identificação das ondas gravitacionais com as descontinuidades do campo através de certas

superfícies permite inferir, a partir das equações da Relatividade Geral que estas ondas têm propriedades matemáticas bastante semelhantes às ondas eletromagnéticas. Assim como os fótons – os *quanta* deste campo – têm suas trajetórias determinadas por caminhos livres, chamadas geodésicas nulas, a relatividade geral prevê que os hipotéticos grávitons – os equivalentes *quanta* do campo gravitacional – também seguiriam por estas curvas especiais, geodésicas nulas.

Embora haja indícios de que alguma forma de emissão de onda gravitacional esteja ocorrendo em certas configurações envolvendo estrelas binárias, não foi ainda detectada diretamente nenhuma onda gravitacional. Entretanto, a comunidade internacional acredita graças aos esforços de um grande número de projetos observacionais espalhados pelo mundo, que a presença direta destas ondas seja observada em breve.

Teoria de campo em espaços curvos e dinâmica quântica para sistemas Hamiltonianos normais não Hermitianos

Essa linha de pesquisa se insere em um contexto de compatibilização da Relatividade Geral com a Teoria Quântica de Campos. Em particular estudam-se os seguintes tópicos. I – O problema da energia divergente do ponto zero em teoria quântica de campos chamado o efeito Casimir. II – Teorias efetivas e redução dimensional em teoria de campos a temperatura finita. III – Transições de fase em ótica quântica e superradiância. IV – Termodinâmica de buracos negros e o efeito Unruh-Davies. V – Quantização estocástica e modelos análogos de gravitação quântica. VI – Sistemas desordenados em Teoria Quântica de Campos.

Cooperações nacionais e internacionais →

60

Um dos objetivos do ICRA é a promoção de intercâmbio de pesquisadores e alunos entre instituições e centros de pesquisa nacionais e internacionais. Tal atividade produz a disseminação do conhecimento científico funcionando como polo de atração de novos pesquisadores. No âmbito internacional permite aos pesquisadores do ICRA e seus associados interagirem com cientistas de outras instituições e divulgar as pesquisas realizadas em nosso país. Atualmente esses intercâmbios ocorrem com os seguintes centros de pesquisas e universidades:

UNIVERSITÀ LA SAPIENZA	→ Roma, Itália
CENTRE DE PHYSIQUE THÉORIQUE	→ Marseille, França
UNIVERSITÉ DE PROVENCE	→ Marseille e Aix-en-Provence, França
CENTER OF FUNDAMENTAL INTERACTION AND METROLOGY	→ Moscou, Rússia
LABORATOIRE ASTROPARTICULES ET COSMOLOGIE	→ Paris, França
INTERNATIONAL CENTER FOR RELATIVISTIC ASTROPHYSICS	→ Pescara, Itália
FERMI NATIONAL ACCELERATOR LABORATORY – FERMILAB	→ Chicago, EUA
INSTITUT D'ANNECY DE PHYSIQUE DE PARTICULES	→ Annecy, França
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB	→ João Pessoa
INSTITUTO DE FÍSICA TEÓRICA DA UNESP	→ São Paulo
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES	→ Vitória
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI	→ Itajubá
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ	→ Rio de Janeiro
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO – UERJ	→ Rio de Janeiro

O Brasil na rede ICRANet

O International Center for Relativistic Astrophysics Network – ICRANet constitui um conjunto de grupos de pesquisa de 12 países – Armênia, Austrália, Alemanha, Brasil, China, Coreia do Sul, Estados Unidos, França, Itália, Japão, Rússia e Vaticano –, que atuam cooperativamente nas áreas de Relatividade, Cosmologia e Astrofísica. Além das reuniões de trabalho periódicas e da troca de informações entre cientistas, a ICRANet organiza a cada três anos o Marcel Grossmann Meeting, envolvendo a comunidade de cientistas cujo espectro de atuação abrange todas as áreas de Cosmologia e Astrofísica. Seu nome é uma homenagem ao matemático Marcel Grossmann (1878-1936) que muito ajudou Einstein em seu caminho para o desenvolvimento da moderna teoria da gravitação.

62

Devemos destacar, em especial, a entrada formal do Brasil na ICRANet por meio da assinatura de um acordo de cooperação, realizada em 21 de setembro de 2005 em Roma, que permite a imediata participação do ICRA nas atividades realizadas pelos centros de pesquisa e universidades associados à rede.

Em 24 de outubro de 2007 o *Diário da União* publicou o Decreto Legislativo nº 292 no qual o Congresso Nacional (Câmara de Deputados e Senado Federal) ratificou aquele acordo.

Em 12 de agosto de 2011, a presidente Dilma Rousseff assinou a promulgação do Acordo de Estabelecimento no Brasil da Rede ICRANet, formalizando a existência jurídica do decreto de 2007. A sede da rede ICRANet é em Pescara na Itália.



Da esquerda para a direita, Marcel Grossmann, Albert Einstein, Gustav Geissler e Eugen Grossmann, em Thalwil, Zurique, Suíça, 28 de maio de 1899.

Em fé do que, mandei passar esta Carta de Plenos Poderes, que vai por mim assinada e contém o selo das Armas da República, referendada pelo Ministro de Estado das Relações Exteriores.

Dada no Palácio do Planalto, em Brasília, em 9 de setembro de 2005; 184ª da Independência e 117ª da República.




LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA
PRESIDENTE DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Faço saber, aos que esta Carta de Plenos Poderes virem, que nomeio o Ministro Dante Coelho de Lima, Encarregado de Negócios do Brasil junto ao Governo da República Italiana, meu Plenipotenciário para assinar, em nome do Governo brasileiro, o Acordo para o Estabelecimento da Rede Internacional de Centros de Astrofísica Relativística (INCRANET).

**Carta do presidente da República,
Luiz Inácio Lula da Silva,
ao embaixador do Brasil Dante Coelho
de Lima, setembro de 2005.**

Programa de doutorado internacional

Dentre as atividades associadas à ICRANet está o programa de concessão de bolsas de doutoramento. O ICRA oferece anualmente, por concurso nacional, bolsas de doutorado nas áreas de Astrofísica Relativista e afins.

Com duração de três anos, os cursos e as atividades cobrem um vasto campo de temas incluindo estruturas matemáticas e geométricas de espaço-tempo, as teorias – clássica e quântica – de interações fundamentais, técnicas observacionais em Astronomia e Astrofísica.

A coordenação do IRAP PhD está sediada em Pescara, na Itália, e os cursos são realizados em consórcio entre as seguintes instituições:

UNIVERSITY OF NICE-SOPHIA ANTIPOLIS, FRANCE	→ www.unice.fr/
UNIVERSITY OF SAVOIE, FRANCE	→ www.univ-savoie.fr
UNIVERSITY OF STOCKHOLM, SWEDEN	→ www.su.se/english/
UNIVERSITY OF BERLIN, GERMANY	→ www.fu-berlin.de/en/
UNIVERSITY OF FERRARA, ITALY	→ www.unife.it/unife-en
UNIVERSITY OF ROME, ITALY	→ www.uniroma1.it/
ICRANET, ITALY	→ www.icranet.org/
OBSERVATOIRE DE LA COTE D'AZUR, FRANCE	→ www.oca.eu/
CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, BRASIL (ICRA/CBPF)	→ www.cbpf.br
TARTU OBSERVATORY, ESTONIA	→ www.aai.ee/
ALBERT EINSTEIN INSTITUT, GERMANY	→ www.aei.mpg.de/
SHANGHAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY, CHINA	→ english.shao.cas.cn/
INDIAN CENTRE FOR SPACE PHYSICS, INDIA	→ csp.res.in/ICSP-WEB/icsp-main.html

[2010]

RICHARD SCHAEFFER (Institut de Physique Théorique)

GABRIEL AVOSSEVOU (Université d'Abomey-Calavi – UAC)

NATHALIE DERUELLE (Laboratoire APC – AstroParticules et Cosmologie, Université Paris 7 – CNRS)

CHRISTOPHE GEORGES LOUIS BENOIST (Observatoire de la Côte D'Azur)

HERNANDO QUEVEDO CUBILLOS (Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM)

MANUEL MÁXIMO B. MALHEIRO DE OLIVEIRA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA)

ALBERTO SANTORO (Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ)

REINALDO ROBERTO ROSA (Instituto Nacional de Pesquisas Científicas – INPE)

DAVI RODRIGUES (Universidade Estadual de Campinas – Unicamp)

VLADIMIR MOSTEPANENKO (Noncommercial Partnership "Scientific Instruments")

JÚLIO CÉSAR FABRIS (Universidade Federal do Espírito Santo – UFES)

ÂNGELO FAUSTI NETO (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)

MÁSSIMO TINTO (California Institute of Technology)

VLADIMIR LUKASH (P.N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences)

ERASMO RECAMI (Università degli studi di Bergamo)

OLEG ZASLAVSKIY (Kharkov V. N. Karazin National University)

VITÓRIO DE LORENCI (Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI)

ALBERTO SANOJA GONZALEZ (Universidade Estadual Paulista – UNESP)

ROLAND TRIAY (Centre de Physique Théorique – CTP/ Université de Marseille)

VOLODIA BELINSKI (ICRANet)

SÉRGIO JORÁS (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ)

EDISOM DE SOUZA MOREIRA JUNIOR (Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI)

BAHRAM MASHHOON (MIZZOU University of Missouri)

ADAM DANIEL HELFER (MIZZOU University of Missouri)

MARC LACHIÉZE-REY (Laboratoire APC AstoParticule et Cosmologie – CNRS – Université Paris 7)

IGOR FÉLIX MIQUELE (Instituto de Astronomía y Física Del Espacio – IAFE)

HENRIQUE P. DE OLIVEIRA (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ)

MANDEEP S. S. GILL (Ohio State University)

GUSTAVO ESTEBAN ROMERO (Instituto Argentino de Radioastronomía - IAR)

HERNANDO QUEVEDO CUBILLOS (Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM)

NATHAN JACOB BERKOVITS (Universidade Estadual Paulista – UNESP)

WOLFGANG KUNDT (Argelander Institute für Astronomie)

KJELL OLOV ROSQUIST (Suécia)

A. A. GRIB (A. Friedmann Laboratory for Theoretical Physics)

JEAN-PIERRE GAZEAU (Université Paris Diderot-Paris 7)

MARCOS VINÍCIUS BORGES TEIXEIRA LIMA (Universidade de São Paulo – USP)

VLADIMIR STROKOV (P.N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences)

AURORA PEREZ MARTINEZ (Instituto de Cibernética Matemática y Física- ICIMAF)

RENATO KLIPPERT (Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI)

FRANCISCO JOSÉ AMARAL VIEIRA (Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA)

BINGKAN XUE (Princeton University)

FÁBIO FINELLI (INAF Bologna Astronomical Observatory/IAS Institute of Advanced Studies, University of Bologna)

MARTIN BOJOWALD (University of Pennsylvania)

JAILSON ALCANIZ (Observatório Nacional)

ANTONY VALENTINI (USA)

VALÉRIO BOZZA (Università degli Studi di Salerno – UniSa)

SLAVA MUKHANOV (LMU Munich)

PATRICK PETER (Institut d'Astrophysique de Paris – IAP-CNRS)

ROBERT BRANDENBERGER (McGill University)

THORSTEN BATTEFELD JEANS (Georg-August-Universität Göttingen)

MARTIN JEROME (Institut d'Astrophysique de Paris – IAP-CNRS)

WILLIAM HENRY KINNEY (University at Buffalo / State University of New York)

VITÓRIO DE LORENCI (Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI)

V. N. MELNIKOV (Center for Gravitation and Fundamental Metrology – VNIIMS)

[2011]

PAULO RODRIGUES LIMA VARGAS MONIZ (Universidade da Beira Interior)

DENNIS BESSADA (Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP)

ERASMO RECAMI (Università degli studi di Bergamo)

ROLAND TRIAY (Centre de Physique Théorique – CTP/ Université de Marseille)

REMO RUFFINI (ICRANet)

HÉLIO JAQUES ROCHA PINTO

(Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ)

MARIA DE FÁTIMA ALVES DA SILVA

(Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ)

JEAN-PIERRE GAZEAU (Laboratoire APC AstroParticule et Cosmologie, Université Paris 7 CNRS)**V. N. MELNIKOV** (Center for Gravitation and Fundamental Metrology – VNIIMS)**WINFRIED ZIMDAHL** (Universidade Federal do Espírito Santo – UFES)**OLEG ZASLAVSKIY** (Kharkov V. N. Karazin National University)**R. TAVAKOL** (United Kingdom)**A. A. STAROBINSKY** (Landau Institute for Theoretical Physics)**D. PEREZ** (Universidad Nacional de Córdoba)**G. ESPÓSITO** (Università degli Studi di Perugia)**WARD STRUYE** (Institute for Theoretical Physics, K. U. Leuven)**I. NURGALIEV** (Russian State Agrarian University – MTAA Timiryazev (RGAU-MSHA))**CARLOS ROMERO** (Universidade Federal da Paraíba – UFPB)**A. BERNUI** (Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI)**M. C. BRUM DE OLIVEIRA** (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ)**E. ELBAZ** (Université de Lyon)**DENNIS BESSADA** (Universidade de São Paulo – USP)**UGO MOSCHELLA** (Università dell'Insubria – Uninsubria)**[2012]****SÉRGIO JORÁS** (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ)**V. MUCKANOV** (LMU – Munich)**PAOLO GIOMINI** (ICRANet)**HERNANDO QUEVEDO CUBILLOS**

(Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM)

PATRICK PETER (Institut d'Astrophysique de Paris – IAP – CNRS)**DANIEL SUDARSKY** (Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM)**REMO RUFFINI** (ICRANet)**ROLAND TRIAY** (Centre de Physique Théorique – CTP/ Université de Marseille)**GUSTAVO E. ROMERO** (Instituto Argentino de Radioastronomía – IAR)**FRANCISCO JOSÉ AMARAL VIEIRA** (Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA)**ERASMO RECAMI** (Università degli studi di Bergamo)**WOLFGANG KUNDT** (Argelander Institute für Astronomie)**JÚLIO CÉSAR FABRIS** (Universidade Federal do Espírito Santo – UFES)**RENATO KLIPPER** (Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI)**VLADIMIR MOSTEPANENKO** (A. Friedmann laboratory for Theoretical Physics)**E. ELBAZ** (Université de Lyon)**UGO MOSCHELLA** (Università dell'Insubria – Uninsubria)**NATHALIE DERUELLE** (Centre National de la Recherche Scientifique – CNRS)**OSCAR REULA** (Instituto de Física Enrique Gaviola – IFEG)**GREGORY VERESHCHAGIN** (ICRANet)**DAVID WILTSHIRE** (University of Canterbury)**FRANÇOIS BOUCHET** (Institut d'Astrophysique de Paris – IAP-CNRS)**CARLOS ALEXANDRE WUENSCHÉ** (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE)**SLAVA G. TURYSHEV** (NASA JPL California Institute of Technology).**PÓS-DOUTOURANDOS**

ALDÉE CHARBONNIER

BRUNO AZEVEDO LEMOS MORAES

BEATRIZ BLANCO SIFFERT

ÉRICO GOULART

HABIB SALOMÓN DÚMET MONTOYA

MARIANA PENNA LIMA

RODRIGO MAIER

SANDRO DIAS PINTO VITENTI

SOFIANE FACI

STÉPHANE JONAS MAHOUTON HOUNDJO

ROBERTO VILELA PEREIRA

DOUTOURANDOS

ALINE NOGUEIRA ARAÚJO

ANNA PAULA BACALHAU

CLAUDIA ISABEL AZUCENA RIVASPLATA

CRISTOFHER ZUNIGA VARGAS

DIEGO MORAIS PANTOJA

DIOGO CELANI

EDUARDO BITTENCOURT

ENRIQUE JOHN ARIAS

FELIPE PEIXOTO POULIS [2011]

GABRIEL BARTOSCH CAMINHA

GRASIELE BATISTA SANTOS

JOSEPHINE RUA

JUNIOR DINIZ TONIATO

JUAN GUILLERMO DUEÑAS LUNA

MARCELA CAMPISTA [2010]

NILTON DE SOUZA MEDEIROS [2012]

RAFAEL SERRA PEREZ [2011]

STELLA FERNANDES PEREIRA [2012]

THALES CARVALHO AGUIAR

VICENTE FREITAS ANTUNES

MESTRANDOS

ARTHUR CONSTANTINO SCARDURA

ALAIN IGOR CARDENAS [2010]

BERNARDO MACHADO DE OLIVEIRA FRAGA [2010]

CARLOS DUCAP

CARLOS HENRIQUE BRANDT [2012]

CLECIO ROQUE DE BOM

GUILHERME NUNES BREMM

MARIA BORBA [2009]

MARIA ELIDAIANA PEREIRA

RÓBINSON JOSE ACOSTA DIAZ

THIAGO SANTOS MAGALHÃES

Pesquisadores visitantes ← 2010-2012

Pós-Doutorandos

Doutorandos

Mestrandos

PRESIDENTE DA REPÚBLICA
Dilma Rousseff

MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
Marco Antônio Raupp

SUBSECRETÁRIO DE COORDENAÇÃO DE UNIDADES DE PESQUISA
Arquimedes Diógenes Ciloni

DIRETOR DO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS – CBPF
Fernando Lázaro Freire Júnior

COORDENADOR DO ICRA/CBPF
Nelson Pinto Neto

CONSELHO CIENTÍFICO DO ICRA/CBPF
Nelson Pinto Neto
Mario Novello
José Martin Salim

ICRA /CBPF
Rua Dr. Xavier Sigaud 150 – Urca
22.290-180 Rio de Janeiro – RJ – Brasil
Tel.: (55 21) 2141-7215
Fax: (55 21) 2141-7266

COORDENAÇÃO EDITORIAL
Gláucia Pessoa
Maria Borba

TEXTO
Mario Novello

FOTOS
Bernardo Cox

PESQUISA DE IMAGEM E LEGENDAS
Luiz Salgado Neto e Martin Makler

DESENHO
Erico Goulart

REVISÃO
Elisa Sankuevitz

DIAGRAMAÇÃO E PROJETO GRÁFICO
Ampersand Comunicação Gráfica

AGRADECIMENTOS: Luzia London, Natasha Laino,
Elisete Martins dos Anjos Dias, Denise Dietrich, Josephine Rua,
Eduardo Bittencourt, Gabriel Caminha, Mariana Penna Lima,
Estopim Comunicação e Núbia Melhem

“Não devemos procurar afirmar uma resposta de controle, mas repetir ad nauseum: estamos aqui porque queremos usar todos os meios que a razão permite para também colocar a mesma pergunta. Não porque tenhamos a resposta ao nosso alcance, pronta, definitiva. Mas simplesmente porque encontramos um modo de responder a esta antiga questão: por que existe alguma coisa em vez de nada? O cosmólogo pode afirmar, a partir da constatação formal da instabilidade do Vazio, a partir do decaimento e transformação deste Vazio, que não seria possível não haver alguma coisa: o Universo estava condenado a existir. Ou, como dissemos atrás, é difícil, é muito difícil, é quase impossível não existir.”

Mario Novello

Citado por Bia Lessa e Maria Borba no espetáculo

“Exercício nº 2: FORMAS BREVES” extraído do livro *O que é Cosmologia*, Editora Zahar, 2006.