

# RESUMOS

## XI ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE NORDESTE



17 a 19 de novembro de 1993.

**JOÃO PESSOA-PB**  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA-UFPB



**RESUMOS**

**XI ENCONTRO  
DE FÍSICOS  
DO NORTE  
NORDESTE**



17 a 19 de novembro de 1993

**JOÃO PESSOA-PB**  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA-UFPB



## Agradecimentos

Este XI encontro foi patrocinado pelas organizações citadas a seguir pelo que agradecemos antecipadamente

SBF

CNPq

FINEP

SESU-MEC

Instrutécnica

Field's Computer

Governo do Estado/CINEP

UFPB

IBM

FAPEAL

Café São Braz

M&F-Academic Book Services

## Comitê Organizador:

*Mauro Kyotoku*  
*Rubens Freire Ribeiro*  
*Umbelino de Freitas Neto*

## Comissão Local

<i>Adelsindo L. de Brito</i>	<i>Ma. Assunta S. Nobre</i>
<i>Alexandre G. Náder</i>	<i>Mauro Kyotoku</i>
<i>Amar Nath Chaba</i>	<i>Orlando di Lorenzo</i>
<i>Cezar A. Bonato</i>	<i>Paulo César Oliveira</i>
<i>Dionísio Baseia</i>	<i>Pedro L. Christiano</i>
<i>Emerson N. Monteiro</i>	<i>Rubens Freire Ribeiro</i>
<i>J. Jayaraman</i>	<i>Umbelino de Freitas Neto</i>
<i>Joel B. da Fonseca Neto</i>	<i>Valdir B. Bezerra</i>
<i>Josias Penaforte</i>	

## Comitê dos Coordenadores Regionais

Alagoas	<i>Prof. José Euclides de Oliveira</i>
Amazonas	<i>Prof. José Carlos Antonio</i>
Bahia	<i>Prof. Antonio Sergio Esperidião</i>
Ceará	<i>Prof. Frederico D. Nunes</i>
Maranhão	<i>Prof. Luiz Pimentel Fernandes</i>
Pará	<i>Prof. Paulo de Tarso Santos Alencar</i>
Pernambuco	<i>Prof. Frederico Cavalcanti Montenegro</i>
Piauí	<i>Prof. Valdomiro da Paz Brito</i>
Rio Grande do Norte	<i>Prof. Liacir dos Santos Lucena</i>
Roraima	<i>Prof. Joselito de Oliveira</i>
Sergipe	<i>Prof. Mario Everaldo de Souza</i>

## Secretaria

*Virgínia R. de Barros Correia Kyotoku*

## APRESENTAÇÃO

Com certeza a pesquisa em Física está, definitivamente, incorporada na cultura Norte-Nordestina, como se pode notar pelo gráfico apresentado na figura 1, onde o XI Encontro de Físicos do Norte-Nordeste tem o prazer de acrescentar mais um ponto.

É surpreendente que, apesar da crise em financiamento da ciência no país, tenha havido um aumento do número de inscrições e de trabalhos, que totalizaram, respectivamente, em 367 e 269.

Gostaríamos de destacar, também, que haverá apresentação de trabalhos de pesquisadores da UFRJ, CBPF, Unicamp e IFQSC-USP e, também, de regiões longínquas como Roraima e Rondônia, onde, certamente, iniciam, com entusiasmo, atividades de pesquisa.

O Departamento de Física da UFPB tem o grande privilégio de sediar mais um Encontro de Físicos Norte-Nordestinos, superando, mais uma vez (esperamos que seja a última) as já mencionadas dificuldades para realização de eventos desta natureza. Desta forma, é fundamental externarmos o nosso mais sincero agradecimento às Instituições e Empresas, que através de apoio efetivo tornaram viável este evento. Cabe, também, agradecermos a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a organização, realização e sucesso do Encontro.

A Coordenação.

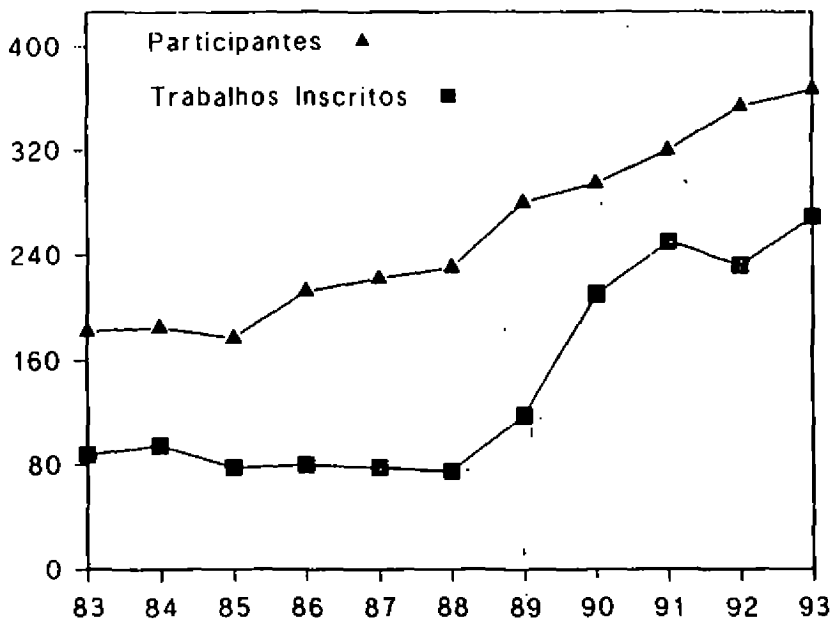


Figura 1

Evolução do número de participantes e trabalhos apresentados nos Encontros de Físicos do Norte e Nordeste (a partir do VIII EFNE passou a chamar-se Encontro de Físicos do Norte e Nordeste).

## PALESTRAS CONVIDADAS

18 de novembro

### ABERTURA

Local: Reitoria da UFPB - Campus I - 8:00hs

### Palestra A

"Propriedades Eletrônicas da Nanoestrutura Semicondutoras"

***Prof. Nelson Studart (DF-UFSCar)***

Local: Reitoria da UFPB - Campus I - 8:15hs

### Palestra B

"Panorama Atual da Física de Altas Energias: Perspectiva do IFUSP-SP"

***Prof. Carlos Ourívio Escobar (IFUSP-SP)***

Local: Reitoria da UFPB - Campus I - 14:30hs

19 de novembro

### Palestra C

"Pode a Matéria ser feita de Luz ?"

***Prof. Eduardo Marino (DF-CCT-PUC/Rio)***

Local: Reitoria da UFPB - Campus I - 8:00hs

### Palestra D

"Impurezas Magnéticas em Metais"

***Prof. Luiz Nunes Oliveira (IFQSC-SP)***

Local: Reitoria da UFPB - Campus I - 14:30hs

## QUADRO GERAL DAS ATIVIDADES DO XI EFNNE

Hora	Data	17-novembro Quarta-feira	18-novembro Quinta-feira	19-novembro Sexta-feira
08:00-09:00 hs.		-	Palestra A	Palestra C
09:00-09:30 hs.		-	Intervalo	Intervalo
09:30-10:45 hs.		-	GT's	GT's
10:45-11:00 hs.		-	Intervalo	Intervalo
11:00-12:15 hs.		-	GT's	GT's
12:30		Recepção	Almoço	Almoço
14:30-15:30 hs.			Palestra B	Palestra D
15:30-16:00 hs.			Intervalo	Intervalo
16:00-17:15 hs.			GT's	GT's
17:15-17:30 hs.			Intervalo	Intervalo
17:30-18:45 hs.			GT's	GT's
20:30 hs.			Jantar	Jantar

## DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS DE TRABALHO POR SALA

Sala	18-novembro				19-novembro			
	9:30hs	11:00hs	16:00hs	17:30hs	9:30hs	11:00hs	16:00hs	17:30hs
01	GT1	GT1	GT1	GT1	GT1	GT1		
02	GT2	GT2	GT2	GT2	GT2	GT2	GT2	GT2
03	GT3	GT3	GT9	GT9	GT9	GT9	GT9	
04	GT4	GT4	GT4	GT4	GT4	GT4	GT5	
05	GT7	GT7	GT7	GT7	GT7	GT7		
06	GT10	GT10	GT10	GT10	GT10	GT11	GT14	
07	GT12	GT12	GT13		GT15	GT15	GT15	
08	GT8	GT8	GT8	GT8	GT6	GT6	GT6	GT6

Local: Central de Aulas - Bls.: CAA, CAB e CAC da UFPB - Campus I



## ÍNDICE

GT1: Ensino (ENS) .....	10
GT2: Óptica (OTI) .....	21
GT3: Física Matemática (FMA) .....	35
GT4: Instrumentação (INS) .....	40
GT5: Superfície (SUP) .....	51
GT6: Semicondutores (SEM) .....	54
GT7: Mecânica Estatística (EST) .....	62
GT8: Física Nuclear/Física da Atmosfera e Geofísica (NUC+FAG) .	73
GT9: Cosmologia, Astrofísica e Partículas (CAP) .....	81
GT10: Materiais (MAT) .....	91
GT11: Estado Sólido (FES) .....	101
GT12: Magnetismo (MAG) .....	104
GT13: Espectroscopia, Física Atômica e Molecular (ERFA) .....	109
GT14: Polímeros (POL) .....	112
GT15: Física Computacional (FIC) .....	115
Relação dos Participantes .....	121

# GT1: ENSINO

LOCAL: SALA 1

## QUINTA-FEIRA

I SEÇÃO 09:30 - 10:30

COORD.: Paulo de Tarso Santos Alencar - UFPA

SUP.: Alexandre Gili Nader - UFPB/JP

II SEÇÃO 11:00 - 11:45

COORD.: Paulo de Tarso Santos Alencar - UFPA

SUP.: Alexandre Gili Nader - UFPB/JP

III SEÇÃO 16:00 - 17:00

COORD.: Antonio Ornellas Farias - UFAL

SUP.: Wilton P. Silva - UFPB/CG

IV SEÇÃO 17:30 - 18:15

COORD.: Antonio Ornellas Farias - UFAL

SUP.: Wilton P. Silva - UFPB/CG

## SEXTA-FEIRA

V SEÇÃO 09:30 - 10:30

COORD.: João Tertuliano Agra - UFPB/CG

SUP.: Paulo de Tarso Santos Alencar - UFPA

VI SEÇÃO 11:00 - 12:00

COORD.: João Tertuliano Agra - UFPB/CG

SUP.: Paulo de Tarso Santos Alencar - UFPA

## Ensino

**ENS/5ª f/09:30** TÍTULO: INTERDISCIPLINALIDADE NO ENSINO BÁSICO. ZÍNIA DE AQUINO VALENTE; U.F.Pa, DEPARTAMENTO DE FÍSICA.

Trabalhando a Instrumentação para o Ensino de Física, com clientela de maior representatividade atuando no Ensino de 1º Grau menor (1ª a 5ª Série), surgiu a idéia de trabalhar o conteúdo programático de forma integrada resgatando os conceitos de Física envolvidos. O Questionamento surgiu em consequência das freqüentes afirmativas da não existência de conteúdo de Física nos Programas destes Cursos.

Basta uma análise não tão elaborada para verificação da incorreção de tal afirmativa, visto que é intrinsecamente relacionada com os assuntos de Estudos Sociais e Ciências.

Considerando a área de atuação do Profissional de Ensino que fomos, estamos trabalhando os conteúdos já detectados com ênfase na inter-relação disciplinar. O trabalho vem sendo desenvolvido, respeitando as peculiaridades de clientela alvo, compondo o aspecto lúdico. Um indicador inicial vem das escolas, onde apresentamos as propostas. As quais tiveram aceitação significativa por parte da equipe técnica e docente, onde a proposta vem sendo desenvolvida através de Cursos de atualização.

**ENS/5ª f/09:45** TÍTULO: UMA PROPOSTA PARA A METODOLOGIA DE ENSINO DE FÍSICA. LINDALVA DO CARMO FERREIRA, JOÃO FURTADO DE SOUZA; U.F.P.a, DEPARTAMENTO DE FÍSICA.

O ponto de partida para este trabalho foi:- O primeiro curso de Metodologia do Ensino de Física ministrado no Departamento de Física, da Universidade Federal do Pará, e os questionamentos aí levantados. (1º semestre de 1993). Até que ponto os atuais métodos de Ensino fornecem oportunidades adequadas para os alunos se sentirem motivados a desenvolver as qualidades de curiosidade, observação, objetividade, dúvida, precisão análise .... etc?

Os profissionais da Licenciatura em Física são preparados para impulsionar o desejo de resolver problemas mediante a observação da realidade, problematização e busca de alternativa? Ao término desta primeira fase de discussão temos como indicador que preferencialmente no Ensino de Física devemos trabalhar com métodos ativos. São estes os que enfatizam o desenvolvimento de uma atitude científica.

A atitude científica depende das experiências vividas pelo aluno e esta por sua vez é dependente de metodologia de Ensino-Aprendizagem empregado pelo professor.

**ENS/5ª f/10:00** EM BUSCA DA QUALIDADE DE ENSINO DA FÍSICA EM ESCOLAS DO 2º GRAU

Paulo de Tarso Santos Alencar e José Maria Filardo Bassalo - UFPA

Através de pesquisas realizadas em escolas do 2º grau de Belém, constatou-se que seus corpos docentes estavam incapacitados para fecundar os recentes desenvolvimentos da Física à partir de 1940. Isto contribuía para tornar as aulas não atrativas e massantes. Para resolver esta questão, propusemos a CAPES um "Curso de Especialização em Introdução à Física Contemporânea" com a participação de especialistas de todo o Brasil.

O referido Curso foi aprovado pela CAPES e terá início em 01/10/93, com duração de 10 meses e será repetido pelo menos três vezes.

## Ensino

ENS / 5ª f / 10:15

**EFICÁCIA DO TREINAMENTO DE PROFESSORES NO USO DE MATERIAL EXPERIMENTAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS** - Lenilda Austrilino Silva-Deptº de Física Ufal - Ivanelza Loureiro Leaos-Deptº FFE/Ufal-Márciene Freitas-Deptº APE/Ufal

Atualmente a atividade de Laboratório para as aulas de Ciências praticamente inexistiu. Várias são as razões. Entre elas destacamos a falta de preparo dos professores e de equipamentos nas unidades escolares.

Conhecendo essas dificuldades, procuramos desenvolver um trabalho que tornasse mais familiar ao professor a aplicação de experimentos no desenvolvimento e consolidação de conceitos básicos em Ciências. Para isso realizamos cursos onde, em situação simulada, o professor utilizou o material existente na experimentoteca. Esse material após os cursos fica disponível para uso dos professores em suas salas, que poderiam retirá-los a título de empréstimo.

Para verificar se houve mudança de comportamento dos professores no que se refere ao desenvolvimento do uso dos materiais disponíveis, adotamos os seguintes procedimentos:

- 1 - Análise das fichas de empréstimo
- 2 - Aplicação de questionários
- 3 - Visitas às unidades escolares para realizar entrevistas.

ENS / 5ª f / 10:30

### A NOVA LDB E A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES DE FÍSICA

Alexandre Antonio Gili Nêder - Departamento de Física/UFPB

Tendo em vista a probabilidade de aprovação final da LDB num futuro próximo, apresenta-se aqui uma análise dos pressupostos e parâmetros contidos no projeto aprovado na Câmara de Deputados, em 13 de maio último, referentes a formação dos profissionais da educação e sua consequência para os cursos de licenciatura em Física.

ENS / 5ª f / 11:00

### REDE NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA: UM PROJETO PARA TREINAMENTO DE PROFESSORES DO 2º GRAU

Heloisa Bastos, DE/UFRPE e F.L.A. Machado, Departamento de Física-UFPE.

Será apresentado um resumo das atividades desenvolvidas durante os dois módulos do I Curso de Treinamento de Professores do 2º grau, realizado no Centro de Treinamento da EMATER em Carpina, nos meses de janeiro e julho deste ano. Em particular, serão discutidos os conteúdos dos trabalhos e a metodologia empregada, bem como os kits para realização de experimentos em sala de aula, distribuídos para cada um dos 30 professores da Rede Pública que participaram do evento. O conteúdo específico e as palestras foram ministrados por pesquisadores da UFPE e UFRPE.

Este trabalho foi apoiado por: Fundação Vitae, FACEPE, Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco, UFPE e UFRPE.

## Ensino

ENS/5ª f/11:15

APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO DO ÚNICO ENCONTRO DE PROFESSORES DE FÍSICA JÁ REALIZADO NO ESTADO DE ALAGOAS. Carlos Argolo Pereira Alves (Departamento de Física, Universidade Federal de Alagoas - Ufal-Al).

Este encontro teve como objetivo principal reunir professores de Física do Estado de Alagoas, da Capital e do Interior, da rede pública e privada. Foram realizadas discussões sobre a forma com a qual o ensino de Física vem sendo realizado nestas instituições. Também foram procuradas alternativas de ensino como o uso de laboratórios, etc. Palestras foram proferidas no sentido de tratar questões de maior urgência. Foram recolhidos vários dados sobre a formação dos professores e estágio de aprendizagem dos alunos bem como as situações dos laboratórios de ensino de Física.

Este trabalho está sendo apresentado para que se possível haja interação com outros Estados na verificação dos problemas que lidam o professor de Física no seu dia-a-dia.

ENS/5ª f/11:30

A PARTICIPAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA DO 2º GRAU DO NORDESTE NA 27ª. REUNIÃO ANUAL DA SBF

Luiz C. Jafelice e Ciclamio L. Barreto - Depto. Física/UFRN

Por iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF), através da sua diretoria cujo mandato encerrou-se em julho deste ano, cinco professores de física do 2º grau de cada uma das capitais dos nove estados do Nordeste tiveram sua estadia (hospedagem) assegurada para participarem da 27ª. Reunião Anual da SBF, realizada simultaneamente à 45ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), no período de 11 a 16 de julho de 1993, em Recife. Os Secretários Regionais da SBF nesses estados foram requisitados a encaminhar às respectivas Secretarias Estaduais de Educação a oferta da SBF, bem como sugestões à sua operacionalidade, em termos de diretrizes de seleção e transporte desses professores. Neste trabalho apresentamos os resultados de um questionário passado a esses professores naquela oportunidade. São discutidos o perfil básicos desses professores, sua formação, carências e necessidades profissionais e as sugestões que eles apresentam à SBF e aos Deptos. de Física das Universidades em geral para o encaminhamento de soluções aos problemas que eles enfrentam, visando a melhoria de sua qualificação e da qualidade de seu trabalho.

ENS/5ª f/11:45

RECICLAGEM DE PROFESSORES DA REDE PÚBLICA NO ENSINO DE FÍSICA EXPERIMENTAL

CLEIDE M. D. S. E SILVA, JOSSYL AMORIM RIBEIRO DE SOUZA  
VERA SOLANGE DE OLIVEIRA FARIAS E WILTON PEREIRA DA SILVA - DF/CCT/CAMPUS II/UFPb.

Este trabalho refere-se ao curso de Reciclagem de Professores do 2º Grau em Física Experimental oferecido pelo DF/CCT/Campus II através do convênio FNDE/MEC/UFPb. Neste curso foram realizado cerca de 15 experiências de mecânica, envolvendo cinemática e dinâmica da partícula bem como líquidos e corpos deformáveis. Todos os experimentos foram realizados no K.E.M. (Kit para Experiências de Mecânica), desenvolvido por Professores do DF/CCT para a Disciplina Física Experimental I. Uma avaliação preliminar dos resultados sugere a validade do curso como instrumento capaz de mostrar a relação entre os aspectos teórico e experimental dos problemas físicos.

## Ensino

ENS / 5<sup>o</sup> f / 16:00

### UM SOFTWARE PARA ILUSTRAR O USO DE GRUPOS DE SIMETRIA

Náydmar Siqueira de A. Chaves, Afonso A. N. de Souza, José Evangelista de C. Moreira, Frederico Dias Nunes, Departamento de Física - UFC.

A Teoria de Grupos tem inúmeras aplicações em Física. Em particular, os Grupos de Simetria são de grande importância em Física Atômica e Molecular e em Teoria de Campos. Estamos desenvolvendo uma série de programas com a finalidade de facilitar a visualização do conceito geral de Simetria e sua utilização. Os primeiros módulos mostram as operações mais simples, como rotação, reflexão e inversão, e seus efeitos sobre objetos variados. Outros módulos mostram as vibrações em vários tipos de moléculas e como elas se comportam sob o efeito das transformações de simetria. Finalmente, serão ilustradas as combinações de orbitais que obedecem às operações de simetria do grupo das moléculas. A organização dos programas seguirá um padrão fixo, com o uso de janelas, barras de controle e acionamento de eventos pelo teclado ou pelo "mouse". Serão desenvolvidas algumas animações para facilitar a visualização dos efeitos de simetria. O uso de programação orientada por objeto permitirá a migração dos módulos gerais para outros programas a serem desenvolvidos posteriormente.

ENS / 5<sup>o</sup> f / 16:15

### ESTUDO DE UMA GOTA DE ÁGUA SOBRE UMA SUPERFÍCIE DE ÓLEO

Viviane Moraes de Oliveira, Marcelo A.F. Gomes e Arnaldo Carvalho  
Departamento de Física-UFPE.

O comportamento de gotas de água colocadas sobre uma interface óleo mineral/ar é estudado. A dependência da altura e do raio dessas gotas com o volume é investigada em diversas temperaturas e leis de escala são obtidas. Fazemos ainda uma análise dos fenômenos físicos ligados a essa situação experimental em termos de modelos fenomenológicos de transições de fase. Uma analogia desses fenômenos com deformações elásticas e plásticas na matéria condensada também é explorada.

ENS / 5<sup>o</sup> f / 16:30

### "PÊNDULO DE FOUCAULT" - Quirino Vitório Nunes e Alan Silva - Dept<sup>o</sup> de Física/UFPA.

Neste trabalho tentamos mostrar a importância da experiência no Pêndulo de Foucault para o desenvolvimento da Física. A importância deste trabalho reside no fato de que ele, pela primeira vez, demonstra experimentalmente o movimento de rotação da terra.

## Ensino

ENS / 5ª f / 16:45

### QUEDA LIVRE

Antonio Jotivaldo do Nascimento, Petrus Carlos Chaves da Costa-ETEPAM,  
Fernando L.A. Machado, Departamento de Física-UFPE.

Neste trabalho será apresentado uma adaptação de um cronômetro digital com controle manual para controle eletrônico. Essa adaptação foi necessária para realização de experimentos de queda livre. Será apresentado também resultados dos experimentos e comparações com outros métodos de medidas.

Apoio: VITAE, FACEPE e Secretária de Educação do Estado de PE

ENS / 5ª f / 17:00

### K.E.M. - Kit para Experiências de Mecânica

Wilton P. da Silva - DF/CCT/UPPB/Campus II

Cleide M.P.S. e Silva - DF/CCT/UPPB/Campus II

58109970 Campina Grande-Pb

O KIT foi concebido para ser utilizado em cursos de Física Experimental a nível de graduação podendo ser estruturado no seguinte leque de experiências: a) Partícula (movimento Uniforme, Lançamento de Projéteis, Pêndulo Simples, Massa de Forças, Coeficiente de Atrito, Choques) b) Corpo Rígido (Momento de uma Força, Pêndulo Físico, Momento de Inércia); c) Corpos Deformáveis (Molas, Tensão de Ruptura, Módulo de Young); d) Líquidos (Princípio de Arquimedes, Tensão Superficial, Força Resistiva num Meio Líquido); e) Ondas (velocidade Freqüência e Período, Efeito Doppler). Apesar de ter sido desenvolvido para alunos de 3o. grau, com algumas simplificações nos procedimentos experimentais e levando em conta que sua construção é simples e barata, o KIT pode ser usado por alunos do 2o. grau.

ENS / 5ª f / 17:30

### "OPERADORES DE CRIAÇÃO E ANIQUILAÇÃO: USO EM ALGUNS CASOS SIMPLES"

DIONE FAGUNDES DE SOUSA, Cristina Tereza Monteiro Ribeiro - UFPa.

Os operadores criação e aniquilação ( $a^+$ ,  $a^-$ ), constituem-se numa ferramenta extremamente potente dentro da mecânica quântica para descrever, principalmente, o comportamento dos osciladores harmônicos e os sistemas de muitas partículas substituindo os cálculos trabalhosos pela álgebra dos operadores.

Neste trabalho trataremos apenas da parte dos osciladores harmônicos, resolvendo os casos para o oscilador harmônico simples, um oscilador onde age uma força linear e o oscilador anarmônico, utilizando a notação de Dirac dos brakets.

## Ensino

ENS / 5º f / 17:45

### UMA ABORDAGEM PEDESTRE PARA O FENÔMENO DA QUEBRA ESPONTÂNEA DE SIMETRIA

Francisco de Assis de Brito e D. Bazeia  
- Departamento de Física/UFPB

Estudamos um modelo mecânico bastante simples para ilustrar o fenômeno da quebra espontânea de simetria, que é um fenômeno importante para a implementação da idéia de unificação das forças fundamentais da natureza.

ENS / 5º f / 18:00

### ALGUMAS QUESTÕES ABERTAS NA EXPERIÊNCIA DA DUPLA FENDA

Frederico Dini Nunes, Antônio Fernandes Siqueira  
e (\*)Jeaner Barreto Bastos Filho  
Depto. de Física da UFC  
(\*)Depto. de Física da UFAL

Neste trabalho são discutidas algumas questões em aberto na experiência da dupla fenda, levando em conta o aspecto da dualidade partícula-onda dentro do conteúdo de informações experimentais disponíveis no momento. É levantada a questão epistemológica da discussão entre as escolas de Princeton e Copenhague que resulta numa radicalização de conceitualização, impedindo quaisquer outras em face do porte dos participantes das escolas. Entendemos que o ensino da Física deve preparar, também, indivíduos capazes de questionar o conhecimento do *status quo*, e inclusive de formular novas propostas que promovam o avanço deste conhecimento. Neste trabalho discutimos a importância de se poder questionar ferramentas como a Mecânica Quântica, mesmo que ela tenha tanto sucesso em descrever uma grande coleção de eventos, embora hajam insucessos que impeçam a sua aplicação sem qualquer questionamento. Neste trabalho, também é colocado um conjunto de conceitos, normalmente não considerados, numa discussão ortodoxa dos problemas quânticos, tais como uma formulação estatística mais geral como por exemplo aquela proposta por Tsahis [1] e observáveis como tamanho (*size*) e forma (*shape*).

C.Tsahis, J. Stat Phys 22, 479 (1983)

ENS / 5º f / 18:15

### VERIFICAÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE RESSONÂNCIA EM CORDAS: UM OUTRO MÉTODO

George Cunha-Cardoso  
Departamento de Física - UFAL

Nosso objetivo foi verificar experimentalmente a relação matemática existente entre a frequência de ressonância e as características da corda - Fórmula de Lagrange. O problema inicial consistia em como gerar a onda e depois como medir a frequência. Isso foi resolvido apoiando-se um cordão sobre uma polia girante de eixo excêntrico; a frequência de rotação foi determinada com osciloscópio (acoplamento reed switch/ímã). Este trabalho mostra o cálculo da forma de onda obtida, o método de controle e medida da frequência, além de discutir a obtenção de diferentes formas de onda na corda e meios não homogêneos. É um experimento facilmente reproduzível em laboratório de ensino.



## Ensino

ENS/6ª f/09:30

### DOCUMENTÁRIOS DIDÁTICOS INTERDISCIPLINARES PARA O ESTUDO CINEMÁTICO DE LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS

J. FREIRE - CASSIANO C. NETO  
IME/NATAL-RN - UNIFEI - LABORCIÊNCIA/SP

Neste trabalho desenvolvemos dois documentários com o objetivo de discutir de forma interdisciplinar assuntos de interesse da Física, História e Geografia. Os temas tratados são: CASTELO KEULEN (narra o período em que a fortaleza dos Reis Magos caiu em domínio Holandês - Natal/RN) e a plataforma de lançamento de foguetes BARREIRA DO INFERNO - Natal/Rn. Este Trabalho é a continuação de um projeto que busca alternativas para motivar o ensino de ciências utilizando-se de uma metodologia interdisciplinar. Material didático: slides e fita em Vídeo.

ENS/6ª f/09:45

### A Distinção "Objeto X Substância" subjacente à aquisição de conceitos científicos: Implicações para o ensino

Leonardo Reis Lucena, Marcelo de Oliveira Souza e Maria Cristina Dal Plan Nobre  
Departamento de Educação da UFRN

O trabalho aqui apresentado faz parte de uma pesquisa mais ampla sobre o desenvolvimento de conceitos científicos em crianças. Foram aplicados 2 questionários a crianças de 7 a 15 anos em escolas de Natal. Procurou-se estabelecer padrões de julgamentos de 18 objetos (animais, plantas e objetos inanimados). Através da técnica de análise de agrupamentos, verificamos quais objetos se assemelham entre si e como eles podem ser agrupados. Alguns objetos apresentam dificuldade na sua classificação. Uma interpretação dessas dificuldades foi tentada através da utilização da análise de componentes principais (ANCOF). Os resultados obtidos sugerem que as dificuldades apresentadas pelas crianças se relacionam a dois aspectos ontológicos subjacentes ao uso da linguagem e que expressam a distinção "Objeto-Substância". São discutidas implicações desses resultados para a aprendizagem de conceitos científicos.

Apoio: CNPq

ENS/6ª f/10:00

DISTÂNCIA COMO INTEGRAÇÃO DO TEMPO E DA VELOCIDADE. Paulo R. de O. Freitas e Antonio Kozzli. Mestrado em Educação-UFPJ.

Velocidade, espaço e tempo são construtos que não estão, a priori, na mente do homem e que se fazem através de uma construção ontogenética. Desde Piaget (1946) estudos têm sido efetuados buscando-se a gênese destes conceitos e as possíveis implicações para o ensino da Física. 40 crianças com idade entre 07 a 14 anos, de um colégio público da periferia de Teresina, PI, foram submetidas a um conjunto de tarefas visando estabelecer o julgamento do conceito de distância como integração da velocidade e do tempo. O modelo multiplicativo testado (Wilkening, 1981), implica em que os resultados obtidos apresentam abertura em leque das linhas representativas das variáveis velocidade e tempo. Somente as crianças da faixa etária de 13-14 anos apresentaram um efeito interativo tempo x velocidade estatisticamente significativo [ $F(2,24)=4.69$ ;  $p(0.0060)$ ]. Este fato indica que tais sujeitos foram capazes de integrar a distância usando um modelo multiplicativo do tipo distância = velocidade x tempo. Nenhuma outra interação foi significativamente observada, descartando-se a ordem de execução das tarefas e o sexo, conforme se verifica através do Turkey test.

## Ensino

**ENS/6º f/10.15** A METAFORA DA BATATA APREENSIVEL EM TRES MOMENTOS, ou de como Estabelecer Pontos entre a Linguagem Comum e a Linguagem da Física. João Tertuliano N. Agra, D.FISICA/CCT/UFPB-Campina Grande-PB. Argumenta-se aqui que o aluno pode aprender Física como se estivesse adquirindo fluência numa linguagem nova pra ele. Para o professor, avaliar o aprender do aluno pode significar um julgamento da fluência desejada: em situações particulares descritas em exercícios e problemas "didáticos", ou no "mundo" investigado por pesquisadores profissionais. Inicialmente, pede-se que os alunos consigam materiais de fácil acesso para construir artefatos simples, comparados a batatas recém-colhidas cobertas com terra. Os artefatos descritos em Linguagem Comum em geral parecem funcionar de forma bizarra, isso desperta algum interesse dos alunos em vocábulos e regras da Física num segundo momento. As regras de correspondência de um Modelo Físico ao artefato, e de um Modelo Matemático ao Modelo Físico do artefato são enfatizadas. Finalmente, examina-se o artefato usando-se os fragmentos recém-apresentados da Linguagem da Física. Os resultados dessa abordagem ao Ensino de Física, creditada a várias fontes, em turmas dos Cursos de Desenho Industrial e de Cursos e Tantees do CCT/UFPB nos últimos dois anos são apresentados. Nesses cursos, associou-se batatas lavadas e expostas para venda ao Modelo Físico, e purê de batatas lábil ao Modelo Matemático.

**ENS/6º f/10.30** UMA EXPERIENCIA DE VIDEO-JORNALISMO EM EDUCAÇÃO: Memória de Atividades com Crianças e Professores de uma Escola de 1º Grau. Romero F. Azevedo Fe(D.ARTES/CH/UFPB). Creuza O. da Silva Fe(RD VIDEO - PRODUÇÕES E PROPAGANDA) e João Tertuliano N. Agra(D.FISICA/CA/CCT/UFPB). Apresenta-se inicialmente uma memória, em vídeo de curta duração, de uma manhã de atividades com crianças de cinco a doze anos de idade e com os professores delas, alunas do Grupo Escolar Gov. J. Agripino Fe em Boqueirão-PB. Este vídeo mostra também depoimentos de crianças, de professores, do Diretor da Escola, do Secretário Municipal de Educação e do Coordenador do Núcleo PARAIBA da Ripe (Rede de Instrumentação para Ensino). A proposta pedagógica do trabalho inclui três momentos (ver AGRA, J.T.N., 1993, comunicação ao XI EFNNE), mas apenas o primeiro foi possível nessa primeira manhã de trabalho. Estão previstos cursos e oficinas para professores, e outras manhãs para alunos. A gravação original do vídeo (copiô) foi mostrada no mesmo dia para alunos, professores e administradores participantes. Entende-se o VIDEO-MEMORIA, apresentado com edição nesse EFNNE, como instrumento de registro do evento, e como ponto de partida para reflexões acerca do trabalho realizado tanto pelos professores e administradores da Escola, como pelo pessoal da Equipe que animou a manhã de domingo com as crianças.

**ENS/6º f/11.00** ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA PROVA DE FÍSICA DO VESTIBULAR 93 - UFAL. Antonio José Ornellas Farias (Departamento de Física, Universidade Federal de Alagoas, 57.072-340 - Maceió - AL).

A prova elaborada pela Fundação C. Chagas, constou de quarenta questões objetivas respondidas em duas horas. A média percentual de 29,4 foi baixa e o desvio padrão de 11,5 mostrou a heterogeneidade dos vestibulandos (na área de exatas verificou-se a maior heterogeneidade). A prova mostrou estatisticamente um alto índice de confiabilidade das respostas e existiu uma boa distribuição no grau de dificuldade das questões, próxima da normal, em relação ao desempenho médio. Qualitativamente porém nossa análise constatou que aproximadamente metade das questões exige muito pouco cognitivamente (são aplicações diretas ou quase diretas de fórmulas e simples retransmissão de conhecimentos), e podem ser respondidas por simples processo de aprendizagem mecânica. A outra metade de bom nível cognitivo, 2/3 abordam assuntos que não são dos mais relevantes da teoria. Muito pouco existe de interesse prático e experimental e que exijam reflexões e questionamentos em situações cotidianas. Existe assim um contraste entre o baixo rendimento do grupo e facilidades e superficialidades apresentadas que atribuímos principalmente a forma com que este exame se procede e ao comportamento do ensino de 19 a 29 graus.

## Ensino

ENS/6ºf/11:15

**UMA ANÁLISE DA PROVA DE FÍSICA  
DO VESTIBULAR - 93 - UFPB  
José Lázaro Vasconcelos  
Departamento de Física / UFPB**

Neste trabalho, tem-se como objetivo, investigar a prova de Física do Vestibular/93 da UFPB, sob dois enfoques:

- I) No primeiro, a partir da prova em si, a caracterização das metas pretendidas pelos elaboradores e sua compatibilidade com aquelas explicitadas pela instituição.
- II) No segundo, a partir de uma análise dos resultados, a verificação da validade da prova, como instrumento de avaliação.

Aqui serão tratados como ponto de partida, os parâmetros estabelecidos por RICHARD H. LINDEMAN. (Texto: MEDIDAS EDUCACIONAIS)

ENS/6ºf/11:30

**REPROVAÇÃO EM MASSA NA DISCIPLINA FÍSICA GERAL I**

Nildo Lolola Dias, C. O. Barros e Francisco Eduardo A. Julião -  
Departamento de Física - UFC

Um levantamento dos índices de reprovação (de até 93%) em Física Geral na Universidade Federal do Ceará é apresentado. O desempenho dos alunos com baixo índice de acerto em um teste de sondagem em matemática é investigado assim como também a performance de alunos que já haviam sido reprovados anteriormente. Uma série de fatores são apontados como causa e algumas sugestões são feitas para minimizar o problema.

Trabalho financiado pelo CNPq

ENS/6ºf/11:45

**RAIZES DO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL.** Wojciech Kulesza,

Deptº de Metodologia da Educação/UFPB. A difusão da revolução científica em Portugal recebe um forte impulso com a expulsão dos jesuítas em 1759. O despotismo esclarecido de Pombal conduz ainda à reforma dos estatutos da Universidade de Coimbra em 1772 e inspira a criação da Academia de Ciências em 1779. Essas transformações, sob a influência do emergente enciclopédismo francês, acarretam mudanças em direção à moderna classificação das ciências e sua separação da filosofia. No Brasil, devido ao estípite colonial, estas mudanças começam a ser sentidas através do grande número de estudantes brasileiros que se dirigem à Universidade de Coimbra reformada no final do século XVIII. Institucionalmente, é através da criação dos seminários do Rio de Janeiro e de Olinda que o iluminismo português chega à Colônia neste período, culminando com a vinda de D. João VI e sua corte em 1808. Neste trabalho, centrado na análise do Verdadeiro Método de Estudar de Luis António Verney (1747), obra reconhecidamente bastilar nestas transformações, procura-se fazer uma reconstrução histórica do processo de instauração das ciências particulares na cultura luso-brasileira. Em particular, o processo de autonomização da física como ciência, tanto em relação à filosofia, como à medicina, revela os profundos vínculos desta transição com o movimento para a superação da crise do sistema colonial.

## Ensino

ENS/6ºf/12:00

"BRASIL 94 - A FALÊNCIA DA EDUCAÇÃO CONTINUA" - Paulo de Tarso Santos Alencar - Deptº de Física/UFPa

Neste trabalho utilizando dados oficiais da CAPES, CNPq e Ministério da Ciência e Tecnologia referentes ao processo educacional das 126 IES públicas, procuramos mostrar que os investimentos em educação, apenas 0,6% do PIB, produzem gravíssimas distorções; entre elas, uma alta taxa de analfabetismo bem como um considerável atraso científico e tecnológico.

Esta dívida social gerada em quase 500 anos e agravada nos últimos 30 anos pode e deve ser resgata com a construção de uma sociedade mais digna e democrática. Algumas sugestões são propostas e outras já foram implementadas.

**O Departamento de Física do CCEN-/ UFPB**

**saúda os participantes do XI EFNNE**

# GT2: ÓPTICA

## LOCAL: SALA 2

### QUINTA-FEIRA

I SEÇÃO 09:30 - 10:30

COORD.: Evandro A. Gouveia - UFAL

SUP.: Orlando Di Lorenzo - UFPB/JP

II SEÇÃO 11:00 - 12:00

COORD.: Evandro A. Gouveia - UFAL

SUP.: Orlando Di Lorenzo - UFPB/JP

III SEÇÃO 16:00 - 17:00

COORD.: José Wellington R. Tabosa - UFPE

SUP.: Paulo César de Oliveira - UFPB/JP

IV SEÇÃO 17:30 - 18:30

COORD.: José Wellington R. Tabosa - UFPE

SUP.: Paulo César de Oliveira - UFPB/JP

### SEXTA-FEIRA

V SEÇÃO 09:30 - 10:30

COORD.: Frederico Dias Nunes - UFC

SUP.: Adelsindo L. Brito - UFPB/JP

VI SEÇÃO 11:00 - 12:00

COORD.: Frederico Dias Nunes - UFC

SUP.: Adelsindo L. Brito - UFPB/JP

VII SEÇÃO 16:00 - 16:45

COORD.: Cid B. Araujo - UFPE

SUP.: Amar Nath Chaba - UFPB/JP

VIII SEÇÃO 17:30 - 18:15

COORD.: Cid B. Araujo - UFPE

SUP.: Amar Nath Chaba - UFPB/JP

## Óptica

OTI / 5° f / 09:30

### MODE-LOCKING ATIVO/PASSIVO DE UM LASER CW DE Nd:YAG USANDO $\text{LiF:F}_2^-$ COMO ABSORVEDOR SATURÁVEL

L. S. ASSIS<sup>†</sup>, N. D. VIEIRA<sup>†</sup> e S.P. MORATO<sup>†</sup>

\* Instituto de Física, UFBA/CENTEC-BA, <sup>†</sup>INPEN/CNEN/SP

A técnica do "mode-locking" dos modos transversos de um laser, é amplamente usada para geração de pulsos curtos e ultracurtos. Pode ser aplicada usando-se métodos ativo ou passivo. Foram obtidos pulsos "mode-locking" em um processo ativo/passivo, onde usamos como elemento ativo, um modulador acústico e como elemento passivo, um cristal de  $\text{LiF:F}_2^-$  com diferentes absorções. Como resultado, encontramos pulsos com cerca de 80 psec de largura temporal.

OTI / 5° f / 09:45

### ACOPLAMENTO DE GUIAS CANAL PARA MODELAMENTO DE FILTRO EM ESTRUTURA PLANAR

Garcias de Oliveira Neto e Frederico Dias Nunes  
Depto. de Física da UFC

A Optoeletrônica tem assumido um papel de grande importância no desenvolvimento científico e tecnológico, isto porque já é possível atender algumas necessidades de uma sociedade que é cada vez mais complexa e exigindo um tráfego de informações em um volume cada vez maior. Essas necessidades aparecem quando os componentes eletrônicos chegam ao seus limites de velocidade de resposta. Neste trabalho apresentaremos um estudo sobre o modelamento de guias canais acoplados, com variação gradual do índice de refração. Dos vários métodos aproximativos, usamos o do cálculo variacional, e propomos que o guia canal seja descrito por um perfil assimétrico e contínuo na direção perpendicular à superfície do substrato acoplado a um simétrico do tipo *bell shaped* na direção paralela à superfície do substrato. Com ele calculamos importantes parâmetros tais como constante e comprimento de acoplamento, distribuição de campo. O objetivo principal deste trabalho é aplicar um modelo análogo para analisar a viabilidade de construção de um *filtro óptico espectral* com planar, acoplamento de três guias canais e colapso do guia central.

OTI / 5° f / 10.00

### AMPLIFICAÇÃO DE RUÍDO EM MEIO DISPERSIVO COM NÃO-LINEARIDADE SATURÁVEL, Solange B. Cavalcanti e Eyandro A. Gonçalves, Universidade Federal de Alagoas-UFAL

A propagação de um feixe óptico parcialmente coerente, através de um meio dispersivo com não-linearidade saturável, é investigada teoricamente. A partir da equação não-linear de Schrödinger (SNLE) e usando-se o modelo de difusão de fase para o laser, mostra-se que o ruído é amplificado no regime de dispersão anômala. Isto é devido à instabilidade modulacional, a qual favorece as flutuações de fase, causando distorções espectrais e também degradação da coerência. As bandas laterais no espectro, oriundas da instabilidade modulacional, são provenientes de oscilações temporais na fase. Estas oscilações, por sua vez, só ocorrem sob certas condições, as quais serão discutidas.

## Optica

OTI / 5ª f / 10:15

### MODO ESPACIAL DO SEGUNDO HARMÔNICO GERADO POR ÁTOMOS DE RYDBERG

Sandra S. Vianna e J.W.R. Tabosa  
Departamento de Física-UFPE

A forma espacial e a dependência com a polarização da emissão de segundo harmônico (SH), por átomos de Rydberg, foram estudadas em condições de ressonância com transições de um e dois fótons. Uma estrutura em forma de anel ou bimodal, bem como a polarização do feixe gerado, apresentam uma dependência com a frequência e a polarização do feixe incidente. A observação de um buraco no centro do perfil espacial indica que mecanismos no qual a não uniformidade espacial do feixe fundamental está presente são importantes para o processo de geração de SH.

Apoio Financeiro: FINEP, FACEPE, CNPq

OTI / 5ª f / 10:30

### EFEITOS TRANSVERSAIS DE ORIGEM TÉRMICA EM VIDROS DOPADOS COM Cd(S, Se)

D. Petroy, R.E. de Araújo, J.H. Acioli, A.S.L. Gomes e Cid B. de Araújo  
Departamento de Física-UFPE

Um feixe de luz intenso pode sofrer modificações na sua forma temporal, espectral ou espacial devido à propagação em um meio não linear. Neste trabalho, nós descrevemos resultados experimentais da modificação na distribuição espacial de um feixe de luz linearmente polarizado, emitido por um laser com  $\lambda = 532\text{nm}$ , ao propagar através de um meio absorvedor [vidro dopado com Cd(S, Se)]. A distribuição espacial da luz transmitida é analisada utilizando um analisador de feixe óptico, em função da polarização e potência incidente. Formação de anéis (polarização paralela) e padrões de interferência (polarização perpendicular) foram observados. Os efeitos estudados têm origem na não linearidade térmica do material e valores para  $n_2$  (térmico) são corroborados com medidas de z-scan resolvido temporalmente.

OTI / 5ª f / 11:00

### DEFLETOR ÓPTICO BASEADO NO EFEITO DE MODULAÇÃO ESPACIAL CRUZADA EM VIDROS DOPADOS COM Cd(S, Se)

Cid B. de Araújo e H.Ma  
Departamento de Física-UFPE

O efeito de modulação espacial cruzada, devido à não-linearidade de terceira ordem, permite manipular com a trajetória de um feixe óptico utilizando um outro feixe de frequência e intensidade apropriadas. Nesta comunicação descrevemos a operação de um defletor baseado neste efeito no qual o feixe defletido pode ser 10 vezes mais intenso que o laser de controle. Portanto, a transferência de modulação para o sinal defletido é feita com um ganho de potência igual a 10. O principal componente do dispositivo é uma amostra de vidro dopado com nanocristais de Cd(S, Se). Nestas experiências foram obtidos ângulos de deflexão de até  $7\text{mrad}$  utilizando pulsos com duração de fcs.

## Óptica

OTI/5º f/ 11:15

### BATIMENTOS ENTRE POLARIZAÇÕES DE TERCEIRA E QUINTA ORDEM EM VIDROS DOPADOS COM $Cu(S, Se)$

Cid B. de Araújo e H.Ma  
Departamento de Física-UFPE.

Em um meio não-linear podem ocorrer interferências entre diferentes processos simultaneamente excitados. Estas interferências têm um papel importante em experiências com sistemas complexos e em consequência as formas de linha e a intensidade dos sinais gerados podem ser fortemente afetadas. Neste trabalho apresentaremos experiências que permitiram observar, pela primeira vez, a modulação ultra-rápida do sinal difratado devido à interferência entre polarizações de terceira e quinta ordem. Este efeito foi observado em vidros dopados com semicondutores, controlando a fase relativa dos campos ópticos que induzem diferentes processos de mistura-de-ondas. As experiências possibilitaram medir a fase e a amplitude relativa entre as susceptibilidades  $\chi^{(3)}$  e  $\chi^{(5)}$ . A exploração do fenômeno para desenvolver uma nova técnica espectroscópica será também discutida.

OTI/5º f/ 11:30

### REDUÇÃO DE RUÍDO EM OSCILADORES ACOPLADOS

Silva, A. L., Bascia, B. e Bonato, C. A.  
Departamento de Física/UFPA

Investigamos algumas circunstâncias em que um oscilador linear (OL) acoplado a um oscilador quadrático (OQ) é contagiado pelo efeito "squeezing" que emerge neste último. O método utiliza o modelo de Gordon, Walker e Louisell para osciladores acoplados e sucessivas transformação de rotação e escala, para diagonalizar equações de movimento, de Heisenberg. Da solução do sistema diagonalizado, obtém-se a solução original pela transformação inversa, fornecendo as variâncias nos operadores de quadraturas. Foi mostrado que para determinados valores dos parâmetros que afetam a Hamiltonia do Sistema o squeezing gerado no OQ pode ser "transmitido" ou não ao OL. Para pequenos valores da constante de acoplamento o squeezing afeta apenas uma das quadraturas do OQ e contagia as duas componentes de quadraturas do OL, alterando-se o efeito entre elas. Para altos valores da constante de acoplamento os osciladores trocam de papéis.

OTI/5º f/ 11:45

### SONDANDO AS VARIÁVEIS DINÂMICAS DO LASER DE $CO_2$ COM ABSORVEDOR SATURÁVEL

Paulo C. de Oliveira, Departamento de Física-UFPA e J.R. Rios Leite, Departamento de Física-UFPE.

Neste trabalho nós fazemos um estudo do comportamento das variáveis dinâmicas do laser de  $CO_2$  com absorvedor saturável [1]. Usando um feixe de prova de outro laser de  $CO_2$  nós podemos sondar os meios absorvedor e de ganho e podemos acompanhar a evolução temporal destas variáveis dinâmicas. Medidas da dimensão de correlação [2] apresentaram uma convergência mais rápida quando calculada a partir das séries temporais das variáveis "Ganho" e "Absorção" do que para a variável "Intensidade".

1. M. Tachikawa, K. Tani and T. Shimizu, J.Opt.Soc.Am. B 5,1077 (1988).
2. P. Graasberger and I. Procaccia, Phys. Rev. Lett. 50, 340(1983).



## Óptica

OTI/5º f/ 12:00

### OSCILAÇÕES EM FASE E ANTIFASE DE LASERS DE $CO_2$ , ACOPLADOS

Paulo C. de Oliveira, Departamento de Física-UFPB e J.R. Rios Leite, Departamento de Física-UFPE.

Neste trabalho estudamos o comportamento dinâmico de um sistema formado por dois lasers de  $CO_2$ , contendo absorvedores saturáveis, acoplados óticamente [1]. Observamos que uma variação no coeficiente de acoplamento dos lasers pode induzir uma transição de estados iniciais periódicos e sem correlação para estados periódicos ou caóticos sincronizados [2] em fase ou antifase. Da mesma forma, se inicialmente os lasers estiverem em estados caóticos e sem correlação podemos obter pulsações periódicas ou caóticas, sincronizadas em fase ou antifase, dependendo das constantes de acoplamento do ganho e do absorvedor.

1. Y. Liu, P.C. de Oliveira, M.B. Danailov e J.R. Rios Leite, submetido ao Phys. Rev. A (1993).
2. L.M. Pecora and T.L. Carol, Phys. Rev. Lett. 64, 821(1990).

OTI/5º f/ 16:00

### MEDIDAS DE ABSORÇÃO EM CRISTAIS ORGÂNICOS A TEMPERATURAS EM TORNO DA AMBIENTE

José Jotão R. Júnior, Lúcia Prado (\*), Frederico Dias Nunes, Josué Mendes Filho, Francisco Erivan de A. Melo  
Depto. de Física da UFC  
(\* ) Instituto de Pesquisas Nucleares da Marinha

O interesse em cristais orgânicos tem crescido nos últimos anos em face das suas propriedades ópticas não lineares, inclusive a Geração de Segundo Harmônico. Entretanto, talvez em face da enorme quantidade de diferentes materiais, muito ainda há por fazer quanto à caracterização dos mesmos. Neste trabalho apresentamos os resultados iniciais das medidas de absorção óptica de monocristais de aminocidos, a saber: Alanina-L, Treonina-L e Asparagina-L. Os cristais utilizados nessas medidas foram crescidos através da técnica da evaporação lenta a temperatura constante. A absorção destes materiais foi medida à temperatura ambiente (300 K) e em torno desta, em um espectrofotômetro Cary-17D. As medidas, usando a técnica da transmissão, foram feitas para o intervalo espectral de 300 a 1600 nm para duas orientações da polarização. Sendo cristais opticamente anisotrópicos (estrutura ortorrômbica), as medidas foram realizadas segundo diferentes direções dos cristais, com ênfase para direções de importância prática, como a direção c (ou z)

OTI/5º f/ 16:15

### ÍNDICE DE REFRAÇÃO DE FILMES ANÓDICOS DE PENTÓXIDO DE

NIÓBIO. J.F. Julião, N.L. Dias e Wandemberg Paiva Ferreira.  
Departamento de Física - UFC.

Filmes transparentes de pentóxido de nióbio,  $Nb_2O_5$ , foram crescidos, anodicamente, sobre lâminas de nióbio, e investigados, "in-situ" pela técnica de reflexão ótica, usando-se um feixe de luz monocromática proveniente de uma lâmpada de xenônio, passando através de um monocromador. Dos interferogramas de reflexão e das 'esnessuras' dos filmes, obtidas coulométricamente, determinou-se os índices de refração. Os resultados mostram como o índice de refração do  $Nb_2O_5$  varia em função do comprimento de onda, da densidade de corrente de formação do filme e do eletrólito usado na anodização.

Trabalho Financiado pelo CNPq.

## Óptica

OTI / 5º f / 16:30

### AUMENTO NA EFICIÊNCIA DE GERAÇÃO RAMAN EM GASES ATRAVÉS DA INJEÇÃO DE EMISSÃO ESPONTÂNEA\*

A.S.L. Gomes, Departamento de Física-UFPE/Brown University, Providence, USA  
N.M. Lawandy, Brown University, Providence, USA.

A radiação Raman em meios não-lineares inicia-se a partir de emissão espontânea, de forma que geralmente requer uma alta potência de bombeamento para obtenção de alta eficiência. Neste trabalho, nós descrevemos uma forma simples de reduzir a potência de bombeamento e aumentar a eficiência de conversão Raman em uma célula com  $CH_4$  utilizando uma fonte de injeção externa, neste caso a emissão espontânea emitida por uma célula de corantes. Resultados experimentais e uma estimativa teórica da eficiência de conversão serão apresentados.

\*Trabalho realizado na Brown University, Providence, RI, USA.

OTI / 5º f / 16:45

### COLLAPSES & REVIVALS CLÁSSICOS

R.G. Lima e F.A.M. de Oliveira

Departamento de Física – Universidade Federal de Pernambuco

Os *collapses & revivals* (CR), i.e., o decaimento e reaparecimento das oscilações de Rabi da inversão atômica, têm sido estudados por diversos autores. Eles ocorrem no modelo de Jaynes-Cummings (MJC) em que um átomo de dois níveis interage com um modo de uma cavidade, e foram observados em meados da década passada. Os *revivals* são considerados uma demonstração da natureza quântica do campo eletromagnético. Em nosso trabalho, estudamos o modelo que é o análogo clássico do MJC, com átomo e o campo modelados classicamente. A existência de *revivals* demonstra sem ambiguidade a natureza clássica, e não quântica, dos CR.

OTI / 5º f / 17:00

### COLLAPSES & REVIVALS

R.G. Lima e F.A.M. de Oliveira

Departamento de Física – Universidade Federal de Pernambuco

Os *collapses & revivals* (CR), i.e., o decaimento e reaparecimento das oscilações de Rabi da inversão atômica, têm sido estudados por diversos autores. Eles ocorrem no modelo de Jaynes-Cummings (MJC) em que um átomo de dois níveis interage com um modo de uma cavidade, e foram observados em meados da década passada. Para o MJC, os CR possuem uma forte dependência nas condições iniciais do campo e no tipo de transição atômica (transição de um ou mais fótons). Em nosso trabalho, estudamos os CR para o MJC (transição de um fóton), na presença de um oscilador parâmetro. As oscilações da inversão atômica são praticamente idênticas às usuais, mas a excitação da cavidade apresenta um comportamento bastante diferente. De forma surpreendente, a energia total do átomo mais cavidade apresenta um novo tipo de CR nunca anteriormente predito.

## Optica

OTI / 5ª f / 17:30

### CHAVEAMENTO OTICO NAO LINEAR EM SEMICONDUTORES DOPANDO VIDROS (cdSSe)

A. Sergio Bezerra Sombra

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceara  
Fortaleza-Ceara

Nesta trabalho estudamos o chaveamento otico nao linear e biestabilidade sem ressonador associado a absorcao crescente. Apresentamos simulacoes teoricas de um Fabry-Perot com absorcao e dispersao que explica de maneira satisfatoria os resultados experimentais (1,2)

- (1)-A. S. B. Sombra, Solid State Comm. 82, 805(1992)
- (2)-A. S. B. Sombra, Solid State Comm. (1993) in press

OTI / 5ª f / 17:45

### COLISOES DE ONDAS SOLITARIAS ULTRACURTAS EM FIBRAS OTICAS ESPECIAIS

A. S. B. Sombra e C. A. C. Feitosa

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceara  
Campus do Pici, Fortaleza, Ceara, Brasil

Fazendo uso de simulacoes numericas de colicoes de pulsos ultracurtos, nos estudamos a estabilidade de solucoes da equacao generalizada de Schrodinger. Nossos resultados indicam um comportamento de quasi-soliton na regio naoestavel e biestavel para o parametro de alta orden. Examinamos a estabilidade dos solitons nestas regioes do parametro e analisamos as consequencias destes resultados para aplicacoes em dispositivos fotonicos (1,2).

- (1)-A. S. B. Sombra, Opt. Communications, 94, 92(1992)
- (2)-A. S. B. Sombra, Braz. Journal of Phy. (1993) in press

OTI / 5ª f / 18:00

### LOCALIZAÇÃO DE FÓTONS ATRAVÉS DE MATERIAL CINTILANTE

Fernando Matosquin Leão de Almeida Jr.

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Mário Nogueira de Souza

Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

São apresentados os primeiros resultados de um protótipo de um sistema para localização de fótons utilizando detectores sólidos (material cintilante). Estes resultados foram obtidos com uma fonte de luz ultra-violeta incidindo perpendicularmente sobre uma placa cintilante quadrada de 33cm de lado e 0.6cm de espessura, onde em dois lados opostos foram colocadas fibras óticas cintilantes. Esta topologia foi obtida após detalhado estudo de simulação. Desta forma obtivemos um detector sólido, homogêneo, rápido e quase linear. Os primeiros resultados obtidos tem sido bastante promissores quanto a resolução e linearidade. Este tipo de detector encontra larga utilização nas áreas de Medicina Nuclear e de Física de Altas Energias entre outras.

## Óptica

OTI / 5º f / 18:15

### ESPECTROSCOPIA DE ÁTOMOS DE CÉSIO EM UMA ARMADILHA MAGNETO-ÓPTICA

C. Cheshman, S.S. Vianna e J.W.R. Tabosa  
Departamento de Física-UFPE

Descrevemos a produção e análise de uma amostra de átomos frios de Césio ( $T \sim 200 \mu K$ ), capturados diretamente a partir de um vapor em uma célula. Apresentaremos também resultados experimentais para os espectros de absorção, que revelam a estrutura hiperfina das transições  $6S_{1/2}(F=3,4) \rightarrow 6P_{3/2}$  do átomo de césio. A forma destes espectros depende da intensidade e frequência dos feixes de lasers ( $Ti:Safira$ ) que criam a armadilha e podem apresentar regiões de ganho de ordem de 15% para determinados valores de intensidade. Discutiremos também a possibilidade de usarmos esta armadilha para a produção de átomos de Rydberg frios, excitados por um outro laser.

Apoio Financeiro: FINEP, FACEPE, CNPq

OTI / 5º f / 18:30

### ESTUDO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM ISOLADOR ÓPTICO PASSIVO COM ACOPLADOR DE ESTRUTURA LONGITUDINAL E TRANSVERSAL ASSIMÉTRICA

Daniel V. Magalhães, Matheus de Carvalho Barreto, José Tadeu de Jesus (\*), Frederico Dias Nunes, José Evangelista de Carvalho Moreira, Josué Mendes Filho  
Departamento de Física da UFC  
(\* Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás

Atualmente, com o pleno desenvolvimento tecnológico dos acopladores ópticos a fibra óptica, as telecomunicações possuem a disponibilidade de linhas duplas (comunicação bi-direcional monofibra). Entretanto, o uso dos acopladores em linhas duplas não vem sem particularidades. Efeitos como a reflexão da luz nas extremidades dos acopladores (Fresnel) ou quaisquer interfaces entre meios diferentes, bem como o retroespalhamento Rayleigh, podem trazer dificuldades quanto ao processamento de sinal nos receptores existentes no sistema de comunicação. Isso leva a se procurar, em muitos casos, do uso de isoladores ópticos inseríveis a polarização da luz. No presente trabalho é estudada, dentro de enfoques teórico e experimental, a viabilidade de se construir um isolador óptico passivo a fibra óptica. Tal dispositivo é feito usando-se um acoplador com estrutura longitudinal e transversal assimétrica, esta obtida com uma associação adequada de fibras mono e multimodo. A ideia central é se construir um acoplador em que uma das quatro partes da estrutura híbrida seja constituída de fibra multimodo. Com isto, a estrutura de ganho de entrada de luz, com fibras monomodo, que leva ao acoplamento de modos e os instrumentos adequados ao lançamento da luz na fibra monomodo de saída, é diferente da estrutura de retorno. Neste caso, a consistência do acoplamento entre uma fibra mono e multimodo.

Este trabalho é desenvolvido com o apoio do INP-CNPQ/Telebrás

OTI / 6º f / 09:30

### APRISIONAMENTO DE ÁTOMOS NEUTROS DE $Ca$ PARA ESPECTROSCOPIA DE ALTÍSSIMA RESOLUÇÃO

M. Chevrollier, A. Tuboy, M. Santos, A. Lezama, D. Bloch e M. Oria - IFQSC-USP, São Carlos-SP

Utilizamos uma armadilha magneto-óptica para aprisionar átomos neutros de  $Ca$ . Dois lasers semicondutores são utilizados; o primeiro estabilizado no retorno óptico de um Fabry-Perot ressonante com a transição  $6P_{1/2}(F=4) - 6P_{1/2}(F=5)$  é o laser de resfriamento e aprisionamento. Um segundo laser faz o rebombio dos átomos que sofreram bombeamento óptico. Em uma configuração utilizando seis feixes orientados em três eixos ortogonais, obtemos até  $5 \times 10^8 / \text{cm}^3$  a uma temperatura da ordem de  $300 \mu K$ . Um terceiro laser também estabilizado nos permite obter um espectro de transmissão dos átomos frios, observar o espectro de Mollow e uma estrutura de largura sub-natural correspondendo a uma transição Raman. Aproximando o mínimo do campo magnético de uma das janelas da célula pudemos obter uma armadilha próximo da superfície. Atualmente estamos otimizando a densidade de átomos em uma armadilha com configuração de feixes tetragonal. Nosso objetivo é obter um espectro de reflexão da interface dielétrico-átomos frios.

## Óptica

OT1/6ª F/09:45

### INSTABILIDADES DE POLARIZAÇÃO EM GUIAS-DE-ONDAS DE VIDROS DOPADOS COM Cd(S, Se)

Luís E.E. de Araújo e Cid B. de Araújo  
Departamento de Física-UFPE.

Guias-de-ondas preparados por troca-iônica apresentam anisotropia devido ao "stress" que surge durante sua preparação. Esta anisotropia combinada com a birrefringência não-linear induzida por um feixe óptico intenso que se propaga através do guia, determina a existência de instabilidades na polarização do feixe. Tais efeitos desempenham um papel relevante na aplicação dos guias em dispositivos opto-eletrônicos e seu controle pode permitir a otimização dos dispositivos. Neste trabalho estudamos a evolução espacial do estado de polarização da luz em um guia-de-onda usando o formalismo de modos-acoplados que permite descrever o comportamento oscilatório ou rotatório da polarização de forma análoga ao movimento de um pêndulo não-linear. O controle da instabilidade é feito pela aplicação de um campo magnético que permite compensar ou acentuar as instabilidades. Os resultados são aplicáveis para construção de dispositivos tais como portas lógicas e discriminadores de intensidade baseados em guias-de-ondas de vidros dopados com semicondutores.

OT1/6ª F/10:00

### DEFLEXÃO E FISSÃO ESPACIAL DE FEIXES ÓPTICOS

A.S.L. Gomes, Departamento de Física-UFPE/Brown University, Providence, USA  
N.M. Lawandy, Brown University, Providence, USA.

O controle de luz por luz, através de efeitos ópticos não lineares, tem atraído a atenção de um grande número de pesquisadores devido às aplicações em fotônica e opto-eletrônica. Neste trabalho, descrevemos o efeito da deflexão espacial de um feixe fraco por outro forte, em um cristal de Ruby com uma deflexão máxima de  $12 \text{ mrad}$  para uma potência de incidente de  $1.5 \text{ W/cm}^2$ . Também descrevemos a fissão espacial de um único feixe induzido não linearmente devido à anisotropia do cristal de ruby. Em ambos os casos, resultados experimentais corroborados com cálculos teóricos serão apresentados.

\*Trabalho realizado na Brown University, Providence, RI, USA.

OT1/6ª F/10:15

### CAOS EM CIRCUITOS ELETRÔNICOS ACOPLADOS

Luiz de B. O. Neto, Alessandro Carvalho, Renato M. de Moraes e J. R. Rios Leite  
Depto de Física, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901 Recife-PE

A dinâmica de circuitos eletrônicos acoplados [1] foi estudada pelo exame de diagramas de bifurcação, onde regimes periódicos e caóticos são produzidos pela variação da constante de acoplamento. Propriedades métricas dos atratores foram estudadas usando algoritmos sobre séries experimentais adquiridas por um sistema de Osciloscópio Digital construído no laboratório [2].

[1]- J. Neff & T. L. Carrol Scientific American 269, 120, 1993 ;  
K.W. Cuomo & A.V. Oppenheim Phys. Rev. Letters 71, 65, 1993

[2]- Luiz de B. O. Neto, Renato M. de Moraes, J. R. Rios Leite  
Osciloscópio Digital Baseado em Computador IBM/PC  
Trabalho apresentado na sessão de Instrumentação do XI EFNNE

OTI / 6º f / 10:30

REDUCTION OF QUANTUM FLUCTUATIONS IN  
TWO INTERACTING TWO-LEVEL ATOMS

J. Jayaraman<sup>1</sup>, B. Basia<sup>2</sup> (Departamento de Física (CCEN), Universidade Federal de Paraíba, Campus I, Caixa Postal 6008, 58.059-970, João Pessoa-PB, Brasil; FAX (083)224 4496), Célia M.A. Dantas<sup>3</sup> and V.S. Baginato<sup>4</sup> (Instituto de Física e Química de São Carlos-USP, Departamento de Física e Ciência dos Materiais, Caixa Postal 369, 13-560-970, São Carlos-SP, Brasil; FAX:-(0162)713818);E-mails: <sup>1</sup> cend851@brufpb <sup>2</sup> cend871@brufpb <sup>3</sup> celia@ufpa.usp.br <sup>4</sup> vander@ufpa.usp.br

We obtain exact solutions for the time evolution of a quantum system constituted by two interacting two-level atoms. We study two models of interactions (I)  $V = \gamma(a_i b_i^\dagger + b_i b_i^\dagger) = \gamma(\sigma_{1z} \sigma_{2z} + \sigma_{1y} \sigma_{2y})$  where  $b_i^\dagger(b_i)$  is the fermion raising(lowering) operator for the  $i$ th two-level atom ( $i = 1, 2$ ) and (II)  $V = \gamma(\delta_1 \delta_2)$  in analogy with the traditional spin-spin interaction. From the solutions obtained for the observables  $\sigma_\mu(\hat{t})$ ,  $\mu = x, y, z$ , we obtain their variances, allowing us to investigate possible occurrence of reduction of quantum fluctuations in these observables. From the general results obtained for arbitrary initial states, the squeezing of the fluctuations in  $\sigma_\mu(\hat{t})$  is studied for various initial phase-atom states. It is found that for certain initial conditions, the threshold condition for squeezing can be reached but not surpassed and for some others, squeezing is indeed exhibited in these models. We support our results by explicit plots also for various initial phase-atom states.

OTI / 6º f / 11:00

## ARMADILHAS MAGNETO-ÓTICAS COM APENAS DOIS FEIXES

E.G. Lima, F.A.M. de Oliveira, J.W.R. Tabosa, C. Chesman, e S.S. Vianna

Departamento de Física – Universidade Federal de Pernambuco

As armadilhas magneto-ópticas (AMO) são construídas usando-se três pares mutuamente ortogonais de lasers polarizados circularmente e um campo magnético variável espacialmente. Neste trabalho, a possibilidade de uma AMO usando-se apenas dois feixes focalizados é investigada. Nesta configuração, a força restauradora na direção transversal aos feixes é devida à pressão de radiação. Na direção longitudinal, o funcionamento é semelhante ao das AMO's convencionais. Consideraremos a estabilidade dessas armadilhas em função de vários parâmetros do sistema e do perfil dos feixes.

OTI / 6º f / 11:15

## OSCILADOR PARAMÉTRICO FORÇADO POR UMA COERENTE QUÂNTICA

E.G. Lima e F.A.M. de Oliveira

Departamento de Física – Universidade Federal de Pernambuco

O estudo das propriedades de novos estados quânticos e de modelos para sua geração são problemas de maior importância para a Ótica Quântica. Por exemplo, o modelo de Jaynes-Cummings e o oscilador paramétrico são geradores de estados não-clássicos da luz, tais como estados de número e estados comprimidos. O comportamento dinâmico de um sistema constituído pelo modelo de Jaynes-Cummings com um oscilador paramétrico em seu interior deve apresentar características originais e produzir novos estados quânticos. Neste trabalho, este modelo é simulado, com átomos atravessando consecutivamente a cavidade. A evolução temporal das principais características do campo no interior da cavidade é analisada em função do acoplamento com o oscilador paramétrico e do estado do átomo ao entrar na cavidade. Os resultados demonstram uma forte dependência do comportamento das observáveis do sistema, tais como quadraturas, número de fótons e suas variâncias com a fase inicial do átomo.

## Óptica

OTI/6ª F/11:30

### FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GUIAS-DE-ONDAS EM SUBSTRATOS DE NIOBATO DE LÍTRIO

Ronaldo P. de Melo Jr., D.V. Petrov, Blenio J.P. Silva, Elder Vasconcelos, Eronides F. da Silva Jr. e Cid H. de Araújo  
Departamento de Física-UFPE.

Guias-de-ondas ópticos têm demonstrado grande aplicabilidade na construção de dispositivos tais como moduladores de luz e acopladores direcionais. Devido às suas características, lineares e não-lineares, o  $LiNbO_3$  tem sido o material mais usado na confecção destes dispositivos. Neste trabalho descreveremos a fabricação e a caracterização óptica de guias em substratos de  $LiNbO_3$  usando processos de troca iônica com  $H^+$ . A preparação de guias tipo canal envolve também técnicas fotolitográficas com resolução de  $2\mu m$ . Os guias preparados foram submetidos a um processo de cozimento ("annealing") para que se tornem estruturalmente estáveis e apresentem baixas perdas. As amostras preparadas serão usadas na confecção de moduladores eletro-ópticos.

OTI/6ª F/11:45

### DESENVOLVIMENTO DE MICROLENTES EM FIBRA ÓPTICA PELA TÉCNICA DE ARCO VOLTAICO

B. A. Gorzej, F. D. Nunes, J. T. de Jesus(\*)  
Departamento de Física da UFC  
(\*)Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Telebrás

Em sistemas de comunicação óptica bidirecional utiliza-se acopladores para interligar os terminais de transmissão e recepção. Quando a comunicação é feita em apenas uma fibra (SISTEMA DUPLEX), um dos braços do acoplador não é usado, com isso surge o problema de reflexões de Fresnel na interface entre a fibra e o ar. Estas reflexões podem chegar no receptor da própria estação que gerou o sinal e causar perdas ou até mesmo anular completamente o sinal de outras estações. Existem algumas técnicas para resolver esse problema, como por exemplo usar um óleo com características ópticas que anulam as reflexões, desviar a fibra não usada com o plano de divergência em ângulo, ou fazer uma micro lente no final do braço não usado, que dependendo do diâmetro pode anular as reflexões. Neste trabalho, apresentaremos um estudo de uma técnica de fabricação de microlentes usando uma descarga elétrica na forma de um arco voltaico. Através do controle do tempo, tensão do arco, distância entre os eletrodos e seu formato, procura-se produzir lentes de vários diâmetros para com isso obtermos uma reflexão controlada do sinal.

*Este trabalho é desenvolvido com o apoio da DRF-CPQD/Telebrás*

OTI/6ª F/12:00

### ESTUDO SOBRE AS SOLUÇÕES DA EQUAÇÃO DE ONDAS PARA FILTROS ESPECTRAIS A FIBRA DE ESTRUTURA W

Cíndia Adriana de Souza Melo, Humberto F. da Silva e Frederico Dias Nunes  
Departamento de Física da UFC

Recentemente o DRF-CPQD/Telebrás desenvolveu um filtro espectral a fibra óptica com estrutura W, com banda de largura entre 2 e 100 angstroms. Tal filtro funciona a partir do acoplamento entre os guias *basão* e *anel*, que constituem a fibra W, obtido com a formação de uma estrutura bicôncava (*trapez*). Neste trabalho é apresentado o estudo sobre a solução do guia de ondas W e dos guias em que ele pode ser desmembrado (*basão* e *anel*), no qual são analisadas várias situações obtidas a partir da combinação de diferentes valores de índices de refração para as quatro regiões da fibra W, bem como das dimensões das mesmas. Com isto se obtêm as curvas de dispersão das mesmas, para cada uma das situações consideradas, e se calcula o coeficiente e comprimento de acoplamento óptico correspondente. Atenção também é dada aos problemas de convergência do método computacional usado e suas implicações sobre a precisão e estabilidade das soluções obtidas.

*Este trabalho é desenvolvido com o apoio da DRF-CPQD/Telebrás*

## Óptica

OTI/6º f/16:00

### ESTUDO SOBRE A RESPOSTA MECÂNICA DE ESTRUTURAS BICÔNICAS A FIBRA ÓPTICA

Marcos Fátelo Queiroz, Frederico Dias Nunes e (\*) José Tadeu de Jesus  
Departamento de Física da UFC  
(\*) Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Telebrás

Diversos dispositivos a fibra óptica (acopladores, chaves ópticas, filtros, sensores e outros) tem no taper, uma estrutura bicônica feita com uma fibra óptica, um componente básico. Devido à sua própria estrutura física, os tapers podem apresentar dificuldades quanto à sua resistência mecânica, com consequências sobre a confiabilidade dos dispositivos com eles desenvolvidos. Neste trabalho, apresentamos os resultados teóricos sobre a resposta mecânica de uma estrutura bicônica, em função de tensões e deformações. Particular atenção é dedicada à resposta em frequência mecânica, com a qual se pode determinar a estabilidade óptica do componente. Neste trabalho é também apresentada uma proposta de um sistema de caracterização mecânica de um taper através de sua resposta óptica, em particular através das variações dos batimentos ópticos com a variação da elongação do referido componente. O detalhado conhecimento do comportamento da resposta mecânica de um taper será valioso inclusive para a proposição de sensores mecânicos ou mesmo de dispositivos como um microfone óptico.

OTI/6º f/16:15

### ESTATÍSTICA DE SEGUNDA ORDEM DA CONTAGEM DE FÓTONS DO OSCILADOR PARAMÉTRICO ABAIXO DO LIMÍAR.

A. L. DE BRITO - Dept. de Física - UFPb.

REETA VYAS - Physics Dept., U. of Arkansas (U.S.A.)

A estatística da contagem de fótons de um Oscilador Paramétrico Degenerado (OPD) operando abaixo do limiar é estudada com a finalidade de se verificar o comportamento dos fótons que saem da cavidade do OPD. Usamos uma técnica de função geratriz para derivarmos a distribuição de contagem de fótons e os momentos fatoriais. Os resultados são comparados com luz térmica.

OTI/6º f/16:30

### COMPORTAMENTO DINÂMICO DO EFEITO DE "CROSS-BENDING" E SUA APLICAÇÃO NO ENCURTAMENTO DE PULSOS ÓPTICOS

Il. Ma e Cid B. de Araújo,  
Departamento de Física-UFPE.

As propriedades dinâmicas do efeito de "cross-bending" foram investigadas com vistas à produção de pulsos ópticos ultracurtos. Nossos resultados indicam que o perfil transversal do feixe defletido devido à modulação espacial produzida por um laser de alta intensidade, pode apresentar comportamento diferente das previsões baseadas na teoria estacionária. Em particular, demonstramos que materiais com resposta não-linear lenta, de origem térmica ou foto-refrativa, podem ser usados para gerar pulsos curtos usando a técnica de varredura angular.



## Óptica

OTI / 6° f / 16:45

**Aprisionamento de Partículas por Campos Oscilantes: Regiões de Instabilidades.** B. Baseia, C.M.A. Dantas<sup>+</sup>, V.S. Bagnato<sup>+</sup> e R. Vyas<sup>++</sup> - Depto de Física (UFPE); (+) IFQSC (USP), (++) Univ. Arkansas (USA).

Dando continuidade a um trabalho anterior (Quant. Opt. 1, 155 (1993)) estudamos flutuações quânticas e o efeito "squeezing" em partículas aprisionadas por campos oscilantes. Usamos um modelo recente de Glauber para o sistema e um método matemático de Janussis e Barzis (Phys. Lett. A 129, 263 (1988)). Determinamos as regiões de instabilidade para flutuações, através das quais obtemos valores dos parâmetros (campo magnético e frequência) que caem nessa região. Ocorrência de regiões de instabilidade e seu significado físico estão previstos na literatura.

OTI / 6° f / 17:30

### DIVISOR DE FEIXES ÓPTICOS BASEADO NA NÃO-LINEARIDADE DE VIDROS DOPADOS COM $Cd(S,Se)$

Ilma e Gil B. de Araújo  
Departamento de Física-GEPE

Os fenômenos não-lineares associados à modulação espacial da frente de onda de um feixe óptico têm merecido muita atenção nos últimos anos. A avaliação destes efeitos é determinada por interações transversais entre feixes ópticos e os mecanismos principais envolvidas são a difração e a modulação-de-fase dependente de intensidade. Neste trabalho demonstramos a divisão de um feixe óptico de frequência  $\omega_1$  em dois outros feixes. O efeito é induzido por um feixe forte de frequência  $\omega_2$ . As experiências foram feitas num material auto-defocalizado (vidro dopado com nanocristais semicondutores) e a interpretação física deste fenômeno é baseada na mudança do índice de refração devido ao efeito de modulação-espacial-cruzada induzido pelo feixe intenso de frequência  $\omega_2$ .

OTI / 6° f / 17:45

### DEPENDÊNCIA COM A FASE DA III-ESTABILIDADE INTRACAVIDADE FORÇADA POR UM OSCILADOR PARAMÉTRICO

J.T. de Mendonça e F.A.M. de Oliveira

Departamento de Física - Universidade Federal de Pernambuco

Em bi-estabilidade ótica e em amplificação paramétrica, a luz gerada pode estar em um estado comprimido, dependendo das condições de operação. Já foi investigado anteriormente o uso combinado dos dois sistemas, na procura de melhorar a compressão. Nesse estudo, só uma fase do bombeado foi considerada, e dependendo das condições, foi obtida a degradação, em vez de melhora na compressão. O objetivo deste trabalho é estudar as curvas de bi-estabilidade, quando diferentes fases são usadas para o bombeador do amplificador paramétrico.

## Óptica

OTI/6º f/18:00

### SOLUÇÕES NÃO-LINEARES NA PROPAGAÇÃO DE UM FEIXE DE LASER

Dagoberto S. Freitas e Marco A. de Moura  
Departamento de Física-UFPE.

O método variacional foi utilizado para obter soluções lineares da equação de onda

$$\{\nabla^2 + K_0(K_0 + ia - ig(r))\} E = 0$$

considerando uma solução gaussiana aproximada. Utilizamos este método para obter soluções não-lineares tipo efeito Kerr na propagação de um feixe de laser em um meio com arbitrário ganho e perda. Descrevemos as "equações generalizadas" para a evolução dos parâmetros do feixe. Fórmulas analíticas são derivadas e aplicadas para uma solução gaussiana.

OTI/6º f/18:15

### GERAÇÃO DE SEGUNDO HARMÔNICO POR PARES DE ÁTOMOS EM SÓLIDOS

JACIRÁ C. B. FREITAS\*, FERNANDO A. M. DE OLIVEIRA\*,  
SANDRA S. VIANNA\* e CIB B. DE ARAUJO\*

\* Instituto de Física, UFBA - Salvador, Bahia  
+ Departamento de Física, UFPE - Recife, PE

Um cálculo teórico para descrever o fenômeno de Geração de Segundo Harmônico (SH) por pares de átomos na ausência de campos externos quebrando a simetria é apresentado. O processo físico governando a emissão de SH é a criação de um dipolo elétrico conectando níveis que estão coerentemente oscilando em  $2\omega$  um em relação ao outro. Os cálculos foram feitos no limite de pequenas frequências de Rabi.

Comite Organizador agradece patrocínio da

FINEP e CNPQ

# GT3:FÍSICA MATEMÁTICA

LOCAL: SALA 3

## QUINTA-FEIRA

I SEÇÃO 09:30 - 10:30

COORD.:Adolfo Malbouisson - CBPF

SUP.:Cezar A. Bonato - UFPB/JP

II SEÇÃO 11:00 - 12:15

COORD.:Adolfo Malbouisson - CBPF

SUP.:Cezar A. Bonato - UFPB/JP

## Física Matemática

FMA / 5ª f / 09.30

EQUAÇÃO DE VLASOV: LIMITE CLÁSSICO ( $\hbar \rightarrow 0$ ) E ESTRUTURA DINÂMICA. Hebe Q. Plácido, Ademir E. Santana - Instituto de Física - UFBA

A equação de Vlasov (uma equação básica para plasmas) é estudada em dois aspectos: a) empregando a dinâmica de correlações (uma teoria de perturbação para sistemas de muitos corpos rigorosa) na aproximação de Vlasov, mostramos de modo consistente que o limite clássico ( $\hbar \rightarrow 0$ ) da equação de Vlasov quântica é uma equação de Vlasov generalizada<sup>1</sup> cobrindo termos de correlação. b) baseados numa análise algébrica de formulações hamiltonianas não canônicas<sup>2</sup>, mostramos que a estrutura dinâmica da equação de Vlasov é uma representação de um tipo de álgebra de Lie-isotópica.

1) A.E. Santana, A. Matos Neto, J.D.M. Vianna, *Physica A* 160 (1989)471

2) H.Q. Plácido, F. Bunchaft, A.E. Santana, *Nuclear J.15* (1992)225.

FMA / 5ª f / 09.45

### SISTEMAS DE ERMAKOV E SUAS APLICAÇÕES

Nelson R. Santos e Marco Ganciro,

Departamento de Física-UFPE.

Os sistemas de Ermakov são formados por duas equações diferenciais não lineares. Associado a estas equações existe o que chamamos de invariante de Ermakov. Temos observado que este sistema descreve bem certos problemas físicos e em especial vamos nos deter com o problema do espalhamento. Vamos primeiramente construir um procedimento que partindo com uma dada equação não linear de movimento iremos derivar uma equação auxiliar e o invariante de Ermakov, em seguida vamos empregar esta técnica para calcular o coeficiente de transmissão de um fluido quântico de partículas sujeito a um potencial arbitrário.

FMA / 5ª f / 10.00

### O OPERADOR ESTATÍSTICO DE ZUBAREV NA FORMULAÇÃO DA MECÂNICA ONDULATÓRIA NO ESPAÇO DE FASE:

Lourival M. da Silva<sup>1,2</sup>, Ademir Santana<sup>2</sup>, J.D.H. Viana<sup>3</sup>  
(1) FISA-UFBA, (2) IF-UFBA, (3) IEP - FÍSICA-UnB

A Mecânica Ondulatória no Espaço de Fase (MOEF) foi proposta originalmente por Schoubert<sup>1</sup> e é baseada no conceito do Campo Super Clássico (CSC). A MOEF tem sido empregada na literatura para descrever sistemas estatísticos de não equilíbrio e sistemas não lineares clássicos. Por outro lado, um dos métodos de tratamento de sistemas de não equilíbrio termodinâmico foi proposto por Zubarev<sup>2</sup> e é baseado no conceito do Operador Estatístico de não Equilíbrio (OENE) que consiste em uma generalização dos métodos de ensembles de Gibbs. Contudo, a formulação do OENE clássico tem sido apenas parcialmente desenvolvida. Neste trabalho, construímos o OENE clássico empregando o CSC quantizado. Apresentamos então as leis de conservação local da MOEF e, a partir do OENE clássico, deduzimos a equação de Fokker-Planck e apresentamos uma nova formulação para a teoria de relaxação clássica.

## Física Matemática

FMA / 5º F / 10:15

Adolfo P.C. Malboulsson

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF/CNPq

Mostramos que sob algumas condições simples, o resto da expansão assintótica truncada para o Heat Kernel, desenvolvido anteriormente por nós, tem a forma requerida para ser Borel somável, se  $N$ , o número de termos da truncação é suficientemente grande.

Ademais, com o uso de nossa técnica baseada em transformadas de Mellin para a expansão do Heat Kernel, é possível mostrar diretamente a não-existência de uma grande classe de anomalias (incluindo a anomalia axial) em espaço compactos de dimensão ímpar, o que não é possível com o ansatz de de Witt.

FMA / 5º F / 10:30

### NOVAS SOLUÇÕES PARA A EQUAÇÃO MODIFICADA DE KORTEWEG-DE VRIES

Carlos Alberto de Lima Ribeiro e Marco A. de Moura

*Dep'to. de Física, Univ. Fed. de Pernambuco, 50670-901 Recife-PE*

A equação modificada de Korteweg-de Vries apresenta uma grande aplicabilidade na física não-linear, portanto torna-se imprescindível o conhecimento de suas soluções.

Esta equação é da forma:  $u_x^2 u_x + \beta u_x = 0$ , que faz parte da classe de equações não-lineares dispersivas que descrevem um fenômeno ondulatório.

Um método analítico, que consiste na análise das raízes do polinômio associado a presente equação é proposto e verificamos que soluções tipo "soliton" são esperadas. Discutimos algumas destas soluções.

FMA / 5º F / 11:00

### PROBLEMA RESSONANTE 3 E VIA MÉTODO DE BELLAUNAY-ESTENDIDO

1. Márcio de Oliveira Costa Filho

2. LEONELSO DAS CHAGAS GALVÃO

Neste trabalho é aplicado o método de Bellunay - Estendido ao problema elíptico ressonante de três corpos com ressonância 3:1. O objetivo é implementar este método e procurar uma construção de solução formal de grau ímpar em ordem com respeito à parte quadrada de pequeno parâmetro. Aqui será apresentada as soluções da Equação de Bellunay - Poincaré que é a Equação principal do Método.

## Física Matemática

FMA / 5º F / 11:15

### EXTENSÃO DO CONCEITO DE NÚMEROS COMPLEXOS E SUA APLICAÇÃO EM FRACTAIS

Gildemar Carneiro dos Santos e  
Kellin Eudokss Vasconcelos Leite  
Universidade Federal de Alagoas, Depto. de Física

O plano complexo é de especial importância na representação dos conjuntos fractais.

Uma extensão desse plano pode ser obtida por meio da álgebra  $l \cdot l = aI + bJ$ ;  $l \cdot J = aI + \beta J$ ;  $J \cdot J = A I + B J$ ; onde  $I$  e  $J$  são versores independentes, e  $a, b, \alpha, \beta, A$  e  $B$  são parâmetros. Em particular, para  $a = \beta = A = 0$  e  $B = \alpha = -b = 1$ , esta álgebra se resume à dos números complexos, com  $|i| = 1$  e  $j = i$ .

Variando-se os parâmetros  $a, b, A$  e  $B$  pode-se obter transformações contínuas a partir do conjunto de Mandelbrot, por exemplo. Desejamos estudar como os parâmetros interferem nos padrões obtidos, valores críticos, simetrias, etc.

FMA / 5º F / 11:30

### EM BUSCA DE SOLUÇÕES ESPECIAIS PARA O PROBLEMA DE ROTAÇÃO DO CORPO RÍGIDO.

Gildemar Carneiro dos Santos  
Universidade Federal de Alagoas, Depto. de Física

O problema do movimento de um corpo rígido em torno de um ponto fixo é completamente solúvel para os casos nos quais o sistema de equações é dito possuir a propriedade de Painlevé (caso de Euler, caso de Lagrange, caso em que o elipsóide de inércia é uma esfera, e caso de Kowalevskaya). As soluções são expressas em termos de funções elípticas.

Propomos a procura de soluções especiais para os casos onde a propriedade de Painlevé não é satisfeita, supondo a existência de soluções  $u(t)$  que podem ser expressas por meios de séries finitas

$$u(t) = \sum A_n p^n(t) + \sum B_n p^n(t) dp/dt;$$

onde as funções  $p(t)$  são definidas em termos de somatória também finita:

$$(dp/dt)^2 = \sum b_n p^n(t).$$

FMA / 5º F / 11:45

### CLASSIFICATION OF THE RICCI TENSOR IN N-DIMENSIONAL SPACE-TIMES

J. Santos (UFRR)  
M.J. Rebelo and A.F.F. Teixeira (CHPE)

We demonstrated three propositions about Jordan matrices and employed it to obtain an algebraic classification of the Ricci tensor in a dimensional Lorentzian space times. It emerged from our study that in these space times the Ricci tensor may be classified into four different classes of equivalence only. In terms of the Segre notation they are given by  $[1, 1 \dots 1]$ ,  $[21 \dots 1]$ ,  $[31 \dots 1]$ ,  $[ZZ1 \dots 1]$  and corresponding degeneracies.

## Física Matemática

FMA / 5ª f / 12:00

### INVERSÃO COMO A SOLUÇÃO ESTACIONÁRIA DE UM SISTEMA DINÂMICO

Walter E. Medeiros (UFRN) e João B. C. Silva (UFPA).

A solução de qualquer problema de inversão convexo, que possa ser formulado através da minimização da soma ponderada de termos quadráticos, dependentes dos parâmetros desconhecidos e/ou dos resíduos entre as observações e um funcional ajustante, pode ser identificada como a solução estacionária de um sistema de equações diferenciais lineares de primeira ordem. Mostra-se que esta solução tem as propriedades de unicidade e de estabilidade exponencial. Esta ligação estabelece uma linguagem comum entre as teorias de Inversão e de sistemas dinâmicos.

FMA / 5ª f / 12:15

### PODE O ORIGAMI AUXILIAR NA EXPLICAÇÃO DE FENÔMENOS FÍSICOS ?

Mauro Kyotoku - Departamento de Física/UFPA

*Origami*, literalmente, dobraduras (*ori*) em papel (*kami* ou *gami*), é uma antiga arte japonesa de transformar folhas de papel quadrado em diferentes figuras tridimensionais. Convém mencionar que, na sua forma mais ortodoxa, o *origami* não admite fazer cortes.

Por outro lado, em Física e Matemática a procura da simplicidade é uma virtude, desta forma, especulamos, nesta comunicação, a eventualidade de usar as técnicas de *origami* para a Física e Matemática.

O Comitê Organizador do XI EFNNE  
agradece o apoio da  
IBM do BRASIL

# GT4: INSTRUMENTAÇÃO

LOCAL: SALA 4

## QUINTA-FEIRA

I SEÇÃO 09:30 - 10:30

COORD.: Frederico Dias Nunes - UFC

SUP.: Flávio M. de Aguiar - UFPE

II SEÇÃO 11:00 - 12:00

COORD.: Frederico Dias Nunes - UFC

SUP.: Flávio M. de Aguiar - UFPE

III SEÇÃO 16:00 - 17:00

COORD.: Mário Engelsberg - UFPE

SUP.: Frederico C. Montenegro - UFPE

IV SEÇÃO 17:30 - 18:30

COORD.: Mário Engelsberg - UFPE

SUP.: Frederico C. Montenegro - UFPE

## SEXTA-FEIRA

V SEÇÃO 09:30 - 10:30

COORD.: J. Albino de Aguiar - UFPE

SUP.: Francisco Erivan de A. Melo - UFC

VI SEÇÃO 11:00 - 12:00

COORD.: J. Albino de Aguiar - UFPE

SUP.: Francisco Erivan de A. Melo - UFC



## Instrumentação

INS / 5ª F / 09:30

### Filtros e Amplificadores para uso em Automação\*

Luciana S. Varejão, Katiane Oliveira, F. C. Montenegro  
Departamento de Física - UFPE, 50670-901, Recife - PE

Foram confeccionados filtros e amplificadores para uso nos laboratórios do Dept de Física da UFPE. O equipamento em questão faz parte do processo de automação das medidas de magnetização por técnica de amostra vibrante, desenvolvido no Laboratório de Magnetismo e Materiais Magnéticos. Sua finalidade é tratar (amplificar e filtrar) os sinais provenientes dos aparelhos de medidas para enviá-los a um conversor AD-DA (Analogico-Digital e vice-versa), o qual os armazena na memória do computador para posterior análise.

O aparelho consta de 8 filtros de frequência, sendo 4 do tipo passa-baixa e 4 do tipo passa-alta, com várias frequências de corte; 4 amplificadores com ganhos variando de 1 a 1000; 2 atenuadores que variam de 2 a 100 e um controle para ajuste de offset. O aparelho foi projetado de modo que um dado sinal proveniente de um aparelho de medida possa passar por amplificadores, filtros e atenuadores separadamente ou em conjunto. Enfim é um aparelho capaz de tratar sinais com amplitude e frequência dentro de uma ampla faixa, tornando-os adequados para a análise no computador e cujas características (ganhos e frequências de corte) são direcionadas para o uso na caracterização de Materiais Magnéticos.

\*Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq, CAPES, FACEPE e FINEP

INS / 5ª F / 09:45

### CONVERSOR A/D DE ALTA VELOCIDADE

F.G. Acioli, F.C.S. da Silva, F.M. de Aguiar e S.M. Rezende  
Departamento de Física - UFPE - 50 670 901

O comportamento de certos materiais magnéticos quando submetidos a um campo de micro-ondas ( $10^{10}$  Hz) de potência variável, vem sendo motivo de estudos na tentativa de compreender o que hoje é conhecido como "dinâmica não linear". Auto-oscilações de frequências da ordem de  $10^6$  Hz são exemplos deste tipo de comportamento. Um conversor programável capaz de digitalizar um sinal com estas características com uma resolução de 20 pontos por ciclo é sugerido neste trabalho. As aplicações deste circuito bem como seu funcionamento serão apresentados.

Supporte financeiro: CNPq, FACEPE.

INS / 5ª F / 10:00

### OSCILOSCÓPIO DIGITAL USANDO IBM/PC

Luiz de B. O. Neto, Renato M. de Moraes e J. R. Rios Leite  
Depto. de Física, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901 Recife-Pe

Uma placa eletrônica com um Conversor Analógico-Digital de 8 bits com taxa de aquisição de DC até 18MHz com base de tempo interna e com memória para armazenar 32K pontos foi construída e instalada em um PC486. Um software de controle foi elaborado em linguagem Pascal para permitir operação em modo osciloscópio digital.

Projeto financiado com Verbas do Finep, CNPq, Facepe

## Instrumentação

INS / 5º f / 10:15

### INTERFACE PARA CONTADOR MULTICANAL

*F.C.S. da Silva, J.A.S. Moura, M.A.R.P. Lucena, F.M. de Aguiar e S.M. Rezende*  
Departamento de Física - UFPE - 50.670 901

O contador multicanal é um dispositivo usado para medir o número de fótons que chega ao detector de luz em 256 canais consecutivos. Cada canal corresponde a um intervalo de frequência bem determinado. O multicanal utilizado em laboratório possui uma registradora mecânica que dá uma listagem impressa do resultado obtido em cada varredura. O multicanal, entretanto, não transfere os dados de uma varredura para o computador e ainda possui uma memória interna limitada a 4 varreduras. Para contornar este problema, foi montada uma interface baseada na 8255A. A descrição completa do circuito bem como os resultados e outras aplicações serão apresentados. Suporte financeiro: CNPq, FACEPE, CAPES.

INS / 5º f / 10:30

### AUTOMAÇÃO DO EXPERIMENTO DA VARREDURA DE FREQUÊNCIA DA ESPECTROSCOPIA FOTOACÚSTICA

*Márcio Fernando Ribeiro da Silva, Osamu Nakamura, M. Marcos F. D'Aguiar.*  
Instituto de Física, UFBa

Um dos parâmetros mais importantes da Espectroscopia Fotoacústica é o comprimento de difusão térmica. Esse parâmetro pode ser controlado externamente através da variação de frequência de modulação da luz incidente. Com este monitoramento, podemos obter diversas grandezas importantes dos materiais, tais como a difusividade térmica, o tempo de relaxação não radiativo e também o perfil de profundidade da amostra.

Este trabalho tem como objetivo fazer um programa de aquisição de dados que controle, via computador, as medidas da amplitude e da fase do sinal fotoacústico em função da frequência de modulação da luz incidente. Esta frequência é gerada por um *chopper* que é controlado por meio de um conversor D/A. As leituras da amplitude, da fase e da frequência são obtidas do *lock in* através de um cartão GPIB e também por um conversor A/D. Estes dados são lidos em gráficos feito em tempo real, bem como registrados em disquetes para em seguida serem melhor analisados.

INS / 5º f / 11:00

### AUTOMAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA DE DADOS EM EXPERIMENTOS COM LASER PULSADO

*L.A.S. Pessoa, M.B. Correia e S.S. Vianna*  
Departamento de Física-UFPE

No estudo de efeitos não-lineares em sistemas atômicos são utilizados lasers de corante bombeados por um laser de Nd-YAG, pulsado (duração de  $\sim 10$ ns), de alta potência e taxa de repetição variável de 5 a 22Hz. O sinal gerado pela amostra é detectado no intervalo de tempo em que o pulso está presente através de uma fotomultiplicadora e um integrador boxcar. Neste trabalho apresentamos o sistema de automação desenvolvido para a coleta de dados o qual compreende a placa de interface entre o boxcar e um microcomputador, e o programa de controle, armazenamento e análise dos dados envolvendo médias e ajuste de curvas.

Apoio: FINEP, FAPESP, CNPq e PROPESQ

## Instrumentação

INS / 5º F / 11:15

### MEDIDA DE ÍNDICE DE REFRACÇÃO PELA TÉCNICA DO ÂNGULO DE BREWSTER COM GONIÔMETRO ÓPTICO

**A. T. Vieira, Cláudio A. Borgo(\*), José Tadeu de Jesus (\*), F. D. Nunes**  
Departamento de Física da UFC  
(\* ) Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp  
(\* ) Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás

O estudo das propriedades ópticas de materiais requer, entre outras, a determinação do índice de refração. Entre as técnicas utilizadas para tal a do ângulo de Brewster é bastante popular. Entretanto, esta técnica requer o uso de goniômetros do tipo 0-20 que permite medidas contínuas do índice de refração com precisão indo até a quarta casa decimal, caso o sistema de medida angular tenha suficiente resolução. Tais goniômetros são caros ou de difícil fabricação, em face da precisão exigida na manufatura das suas partes mecânicas. Neste trabalho apresentamos um sistema óptico em substituição ao sistema mecânico 0-20 com o qual o feixe de luz refletido pela amostra, sobre o detector, são re-deslocos. Neste trabalho são analisados os erros que acompanham esta nova técnica, os quais dependem da precisão conseguida no alinhamento do sistema óptico com material a se medir o índice de refração, bem como da qualidade dos componentes ópticos usados no sistema. As análises do novo sistema mostram que ele pode ter precisão suficiente para determinar, com certeza, até a terceira casa decimal.

*Este trabalho é desenvolvido com o apoio da DUF-CPQD/Telebrás*

INS / 5º F / 11:30

### FABRICAÇÃO DE UM FORNO PARA A OBTENÇÃO DE ESTRUTURAS BICÔNICAS A FIBRA ÓPTICA

**Mathews de Carvalho Barreto, Daniel Varela Magalhães, Josué Mendes Filho,**  
**Frederico Dias Nunes e José Evangelista de Carvalho Moreira**  
Depto. de Física da UFC

No presente trabalho estamos apresentando os resultados do projeto e fabricação de um forno elétrico, a filamento de tungstênio, para a fabricação de estruturas bicônicas a fibra óptica (tapers, acopladores, filtros), controlado via computador. A câmara de fusão das fibras do referido forno é operada com uma atmosfera de  $N_2$ , cuja finalidade é a de excluir a presença de  $O_2$ . A temperatura do forno será monitorada por um pirômetro a fibra óptica, este manufaturado e calibrado como parte do projeto, em substituição a termopares metálicos os quais podem ser operados às temperaturas da câmara de fusão. Tais temperaturas de operação estarão situadas entre 1.500 a 2.000 graus Celsius. As fibras a serem fundidas, para a manufatura das estruturas desejadas, serão puxadas por mini mesas controladas por motores de passo. Tanto os motores de passo, como o pirômetro e a fonte de calor, estarão acopladas a um microcomputador tipo PC que fará toda a parte de controle e monitoramento do processo via hardware e software dedicadas.

*Este trabalho é desenvolvido com o apoio da DUF-CPQD/Telebrás*

INS / 5º F / 11:45

### DESENVOLVIMENTO DE CONTROLADORES DE CORRENTE E TEMPERATURA PARA LASERS DE DIODO

**Clayton A. Benevides e José W.R. Tabosa**  
Departamento de Física, UFPE

A possibilidade de desenvolvimento de lasers de diodo estabilizador é de grande importância para a espectroscopia óptica de alta resolução bem como para a construção de armadilhas atômicas. Descreveremos a construção de controladores de corrente ( $\mu A$ ) e temperatura ( $mK$ ) que servem para a estabilização primária de lasers de diodo. Discutiremos também o estreitamento da linha do laser (estabilização secundária) através de um sistema de realimentação que permite estabilizar a frequência do laser no centro da linha de uma transição atômica.

Apoio Financeiro: FACEPE, CNPq

## Instrumentação

INS / 5<sup>a</sup> f / 12.00

### CONSTRUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÕES DE UMA INTERFACE PARA O CONTROLE DE MOTOR DE PASSO

R. F. de Araújo, J. Lima Jr., P. Menezes, L.H. Acioli e A. S. Gomes  
*Depto. de Física, Univ. Fed. de Pernambuco, 30670-901 Recife-PE*

A automatização de sistemas de aquisição de dados utilizando PCs é parte integrante da maioria dos laboratórios de pesquisa científica e tecnológica. Nesse trabalho, nós descrevemos a utilização de um motor de passo acoplado a um espectrometro ou a um transladador linear controlado por microcomputador. Utilizando um motor de passo disponível comercialmente, nós montamos um circuito controlador para o motor ( a partir de um projeto já existente no laboratório ) e desenvolvemos e caracterizamos uma interface para comunicação do controlador com o microcomputador. Desenvolvemos também um programa para que esse sistema possa ser utilizado na aquisição de dados a partir do software ASYST. Exemplos da utilização desse sistema na obtenção de espectros de absorção e medidas de Z-Scan em vidros dopados com semicondutores serão apresentados.

INS / 5<sup>a</sup> f / 16.00

### PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE UM ELIPSÓMETRO BASEADO EM UM FOTOPOLARÍMETRO A 4-DETETORES

Emerson Kennedy R. de Andrade, Frederico D. Nunes  
Departamento de Física, UFC, Fortaleza-CE

Mário Pereira da Silva  
Departamento de Física T. e Experimental, UFRN, Natal-RN

Neste trabalho descreve-se o projeto de um novo tipo de elipsômetro baseado em um fotopolarímetro a 4 detectores, a ser construído nos laboratórios dos Departamentos de Física da Universidade Federal do Ceará e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O fotopolarímetro está sendo projetado para possuir dimensões reduzidas, baixo custo relativo, possibilidade de medidas "in situ" e de monitoramento, em tempo real, de processos de crescimento em filmes finos. Com quatro detectores de silício arranjados de tal forma que a luz é refletida do prisma para o quarto detector em diferentes planos de incidência, este instrumento será capaz de determinar simultaneamente os parâmetros de Stokes associados a radiação incidente sobre o mesmo. O elipsômetro deverá ser capaz de realizar medidas em tempos da ordem de 0,01 seg. com erros medidos na determinação dos ângulos elipsométricos  $\Psi$  e  $\Delta$  da ordem de 0,40° e 0,15°, respectivamente.

INS / 5<sup>a</sup> f / 16:15

### AUTOMAÇÃO DE UMA PONTE DE INDUTÂNCIA MÉDIA VIA IBM PC-XT

Raquel F. Costa e J. Albino Aguiar  
Departamento de Física UFPE.

Desenvolveremos um sistema de automação para ponte de indutância média através da implementação de uma década resistiva. Este sistema consiste de um conjunto de chaves analógicas conectadas às resistências da década resistiva, cuja a seleção apropriada é feita por um arranjo de demultiplicadores endereçados pelo PC-XT. Nesta comunicação serão apresentados a descrição do circuito e seu funcionamento.

\*Trabalho financiado pela CNPq e FINEP.

## Instrumentação

INS / 5ª f / 16:30

### AUTOMAÇÃO DE UM ESPECTÔMETRO DE RMN<sup>1</sup>

Flávio de Andrade Silva e J. Albino Aguiar  
Departamento de Física-UFPE.

Esta comunicação tem por objetivo descrever o projeto de automação de um espectômetro de ressonância magnética nuclear pulsada. Neste projeto, destacam-se dois circuitos: um digitalizador de sinais, com taxa de conversão de 30ms e buffer interno de 64 KBytes, e um gerador de pulsos programáveis que fornece de um até quatro pulsos, que podem variar de 100ns a 6,5ms. Todo o hardware é colorado num *slot* de um microcomputador e é controlado por um software em linguagem C, que também realiza a interação com o usuário.

<sup>1</sup>Trabalho financiado pela FINEP e CNPq.

INS / 5ª f / 16:45

### Geração e Aquisição de Sinais em Banda Lateral Única Utilizando Processamento Digital de Sinais.

George Nascimento, Mario Engelsberg, Ricardo Emmanuel  
Dep. de Física - UFPE

Num sistema de tomografia por RMN a seleção do plano de imagem em estudo é realizado transmitindo pulsos de radiofrequência modulados em banda lateral única ("SSB"). Da mesma forma, os sinais de ressonância magnética proveniente do paciente também possuem as informações moduladas em SSB e é necessário um sistema de demodulação em quadratura para processamento deste sinal. Estamos propondo uma técnica na qual tanto para a transmissão quanto para a recepção o tratamento é realizado por meio de processamento digital de sinais. Não é mais necessária o uso de moduladores/demoduladores analógicos, as referências em fase e quadratura são sinais TTL gerados por eletrônica digital. No caso da transmissão, o sinal de r.f. é gerado por meio de um conversor D/A (digital/analogico) e no caso da recepção um único canal contendo um conversor analógico/digital é suficiente para a demodulação dos sinais SSB, simplificando sensivelmente o circuito implementado, trazendo vantagens substanciais no seu desempenho e resolvendo ainda alguns problemas inerentes na técnica tradicional.

INS / 5ª f / 17:00

### Transceptor para Geração de Imagens por RMN em Campos Magnéticos Ultra Baixo

George C. do Nascimento, Mario Engelsberg, Ricardo F. de Souza  
Departamento de Física - UFPE

A tomografia por RMN tem se tornado como uma ferramenta de altíssimo potencial na área de diagnósticos clínicos. No DF da UFPE encontra-se em desenvolvimento um sistema que será capaz de mapear o interior do corpo humano utilizando campos magnéticos em torno de 300 Gauss. A técnica envolve a aplicação de diversos pulsos no paciente como de radiofrequência, de gradiente de campo magnético e ainda amplificação e aquisição dos sinais que após um tratamento conveniente é apresentado como imagem. A etapa de excitação e detecção dos sinais tem a estrutura similar a de um transceptor de comunicações, porém a nossa implementação está sendo realizada de uma forma diferente utilizando eletrônica digital. Os benefícios inerentes com este novo processo também será discutida em termos da simplificação no sistema e ainda redução sinal/ruído, range dinâmico e linearidade principalmente.

## Instrumentação

INS / 5ª f / 17:30

### SOFTWARE INTELIGENTE PARA AUTOMAÇÃO DE UM SUSCEPTÔMETRO AC

Elavia Azevedo Schneider e J. Albino Aguiar  
Departamento de Física-UPPE.

Visando otimizar as medidas de susceptibilidade ac foi desenvolvido um projeto para automação de um susceptômetro ac. Na procura de melhor desempenho e facilidade de operação mesmo implementamos um software aplicativo utilizando recursos gráficos, como janelas com menus, utilização de mouse para escolha de opções, bem como software aplicativo para tratamento de dados.

Trabalho financiado pelo CNPq e FINEP.

INS / 5ª f / 17:45

### CONSTRUÇÃO DE UMA FONTE DE CORRENTE PULSADA E SUA APLICAÇÃO NO CÁLCULO DA CORRENTE CRÍTICA EM SUPERCONDUTORES

J.D. Cabral, I.J.O. da Silva e J. Marcilio Ferreira,  
Departamento de Física-UPPE. G.C. do Nascimento, ITEP.

A construção de uma fonte de corrente pulsada ajustável visa minimizar o aquecimento, por efeito Joule, que ocorre nas regiões de contato, quando utilizamos o método das quatro pontas para determinação da corrente crítica em supercondutores. A resistência dos contatos neste método é da ordem de  $1\Omega$ , de forma que, para correntes superiores a 1A a dissipação de calor é excessiva. As características de saída dessa fonte de corrente são pulsos de corrente com amplitude (que varia de 10A a 300A com duração de 1ms) e taxa de repetição programáveis pelo operador. O circuito da fonte pulsada programável funciona baseado no princípio transitório da malha RLC série típico. Uma tensão programada pelo operador de (0V a 600V) é aplicada no bando de capacitores a fim de carregá-los, em seguida geramos um pulso num triac (chave eletrônica) para fecharmos a malha RLC, permitindo assim que a energia seja transferida para o indutor e a carga resistiva (amostra e resistência de contato). A função  $i(t)$  é do tipo senoidal amortecida ( $i(t) = i_{max} \sin(\omega t) e^{-Rt/L}$ ). Apenas o primeiro semiciclo da corrente é aproveitado e a medida é realizada por amostragem quando esta corrente atinge o valor máximo. O próximo passo é a criação de uma interface entre o sistema de medida e o usuário através de um conversor A/D e um software dedicado.

INS / 5ª f / 18:00

### MEDIDAS DE SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA

A.C.A. da Costa e F.L.A. Machado  
Departamento de Física-UPPE- 50.670 901

Desenvolvemos um sistema para medidas de susceptibilidade magnética ac ( $\chi_{ac}$ ) pela técnica de indutância mútua, na faixa de temperatura de  $4.2 < T < 300K$  e de frequência de  $10 < f < 10^4$  Hz. O sistema é composto basicamente por um criostato; bobinas de sinal; um controlador de temperatura; uma haste com aquecedor e termômetro; um gerador de ondas senoidais; um amplificador "lock-in"; e um PC-XT. O sistema mede simultaneamente a parte real e a imaginária de  $\chi_{ac}$ , usando uma ponte de indutância mútua, desenvolvida em nosso laboratório, para balancear as bobinas de sinal. Neste trabalho, apresentamos medidas de  $\chi_{ac}$  de sistemas magnéticos conhecidos, para teste definitivo do sistema, e de sistemas magnéticos ainda não investigados. Discutimos, também, a adaptação do sistema a medidas de ligas ferrromagnéticas amorfas em altas temperaturas (300K-1000K). Trabalho parcialmente financiado pelo FINEP-PADCT, CNPq, FACEPE e CAPES.

## Instrumentação

INS / 5° f / 18:15

### MAGNETÔMETRO DE BAIXO CUSTO†

*Katherine A. Lima, F.C. Montenegro*  
Departamento de Física-UFPE, Lab. de Magnetismo e Materiais Magnéticos

O magnetômetro de amostra vibrante é uma das técnicas utilizadas para a caracterização de materiais magnéticos. Ele mede o momento magnético de um material magnético através da vibração de uma amostra deste e consequente detecção da força eletromotriz induzida em um conjunto de bobinas de sinal apropriadamente dispostas. Este trabalho tem como objetivo a viabilização da construção para posterior utilização de um magnetômetro simples em laboratórios didáticos e/ou de pesquisas.

O princípio de funcionamento do magnetômetro baseia-se na Lei de Faraday:  $\epsilon = -N(d\Phi_B/dt)$ , onde  $\epsilon$  é a força eletromotriz induzida nas bobinas e  $\Phi_B$  o fluxo magnético. A amplitude da força eletromotriz induzida é proporcional à magnetização  $m$ , lembrando que  $m = \mu/V$ , onde  $\mu$  é momento magnético e  $V$ , o volume da amostra.

A construção do magnetômetro divide-se em três etapas: 1- Bobinas de captação de sinal: quatro bobinas foram enroladas e ligadas em série com enrolamentos contrários e cuja identidade e eficiência foram testadas; 2- Sistema de vibração: composto por ajustes mecânicos coordenados nas direções xyz e dois alto-falantes; 3- Eletrônica para tratamento do sinal: circuito realimentador para minimizar flutuações de amplitude e aumentar a relação sinal ruído. As duas primeiras etapas já foram concluídas. A última está em andamento.

Serão apresentados estudos comparativos (gráficos) da performance do magnetômetro construído em relação a um magnetômetro comercial.

†Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq, CAPES, FACEPE e FINEP.

INS / 5° f / 18:30

### MAGNETÔMETRO DE EFEITO KERR

*Márcio Cabral de Moura e Sérgio M. Rezende*  
Depto. de Física, Univ. Fed. de Pernambuco, 50670-901 Recife-PE

Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de um magnetômetro baseado no Efeito Kerr magneto-óptico de superfície que possibilita utilizar as três variações do efeito conhecidas. O magnetômetro de efeito Kerr é útil para o estudo da magnetização de materiais de uma forma relativamente simples, incluindo filmes finos, que por suas massas reduzidas não podem ter suas magnetizações medidas em magnetômetros de amostra vibrante.

Mostramos curvas de histerese obtidas em filmes simples de Co e TbGd.

INS / 6° f / 09:30

### CONTROLADOR PROGRAMÁVEL PARA FORNOS

*Edmilson de Andrade Fonseca, Jaime de Oliveira Júnior e J. Albino Aguiar*  
Departamento de Física-UFPE.

Na fabricação de cerâmicas supercondutoras, há a necessidade de alterar de maneira controlada a temperatura do forno durante o processo de sinterização das mesmas. Com o intuito de facilitar o processo, foi desenvolvido um controlador programável para fornos. Nesta comunicação serão apresentados detalhes de hardware do software desenvolvido, bem como o projeto de princípio de funcionamento de um novo controlador que incorporará as funções do controlador programável e o circuito de controle do forno.

Trabalho financiado pelo CNPq e FINEP.

## Instrumentação

INS/6ª f/09:45

**CONTROLADOR DE FORNO RESISTIVO USADO PARA TRATAMENTO DE LIGAS METÁLICAS.** J.P. Dias Filho, F.H.F. Moreira e M.P. da Silva  
Departamento de Física Teórica e Experimental, UFRN  
Campus Universitário, 59072-970, Natal-RN

Neste trabalho apresenta-se um controlador de temperatura para forno resistivo, usado em tratamento térmico de amostras até 1.200°C. O circuito tem como princípio de funcionamento a redução da rms da onda cc pulsante de alimentação do forno, diminuindo a potência fornecida à medida em que a temperatura aumenta. Para temperaturas em torno de 1.200°C sua tolerância atinge um máximo de 0,5%, esta, suficiente para aplicações em tratamentos térmicos de homogeneização e sinterização de ligas metálicas. Caracterizando-se por usar componentes de baixo custo e de fácil aquisição no mercado, este tipo de controlador constitui-se numa opção relativamente simples e barata para o controle das aplicações citadas acima. Construção e testes do equipamento juntamente com os resultados preliminares são apresentados.

INS/6ª f/10:00

### SISTEMA AUTOMÁTICO DE CARACTERIZAÇÃO MAGNÉTICA

**Fábio D. Martins, N. O. Moreno, Rogers A. Campelo, F. C. Montenegro.**  
Departamento de Física - UFPE, 50739, Recife - PE

Foi projetado e executado um sistema automático para caracterização de materiais magnéticos, permitindo a fácil e rápida aquisição e análise de dados experimentais. No processo de caracterização foi utilizada a técnica de medidas de magnetização por amostra vibrante, no momento trabalhando em condições de altas temperaturas e campos magnéticos baixos.

A operação do sistema é simples e de fácil manuseio. O software desenvolvido para o gerenciamento dos equipamentos, baseado na linguagem Asyst, é bastante amigável, oferecendo "menu" de opções e janelas para as diversas tarefas que podem ser realizadas. Além disso, imprime gráficos dos experimentos, analisa e grava os dados obtidos para manipulação em aplicativos gráficos.

O projeto do sistema é flexível e permite adaptações, de forma a ser utilizado em outras aplicações e técnicas experimentais onde a automação seja necessária.

Suporte Financeiro: CNPq, CAPES, FACEPE, FINEP.

INS/6ª f/10:15

### SISTEMA AUTOMATIZADO DE MEDIDAS DE RESISTIVIDADE

**Rogerlois Andrade e Silva e J. Albino Aguiar**  
Departamento de Física-UFPE.

Utilizando um Amplificador Lock-in (Modelo SR530 de Stanford Research), um microcomputador PC-XT (Ambiente DOS) e uma pequena placa de circuito, foi possível confeccionar um sistema capaz de ler os pares (R,T) em tempo real de forma automatizada. Composto por fontes de excitação e um circuito de captura de sinal, nosso sistema propõe-se a capturar o par (R,T) em diversas condições de experimento, tais como variação de frequência, amplitude de sinal, campo aplicado, etc. Dando suporte ao sistema, temos o aplicativo de aquisição de dados e um software de tratamento, o qual nos possibilita exportar os mesmos para utilitários mais sofisticados tais como o Grapher e o MathCard for Windows.

Trabalho financiado pelo CNPq e FINEP.



## Instrumentação

INS/6º F/10:30

### MEDIDA DA CAPACIDADE CALORIFICA EM ULTRA-BAIXAS TEMPERATURAS

*D.S. da Silva, F.L.A. Machado*

*Departamento de Física - UFPE - 50.670 901*

Desenvolvemos um sistema para medição da capacidade calorífica baseado num medidor de condutância A.C. (MCAC) que é capaz de medir variações de temperatura da ordem de  $mK$ , em temperatura ambiente. Para medir a capacidade calorífica da amostra ( $C = \Delta Q/\Delta T$ ) é utilizado também um fotodiodo que emite pulsos de luz através de uma fibra ótica, fornecendo o  $\Delta Q$ . O MCAC mede indiretamente  $\Delta T$  via um sensor, resistor de carbono, que varia significativamente sua resistência com a temperatura. Os dados fornecidos pelo MCAC são processados por um computador através de uma interface, e a capacidade calorífica é então calculada. Será mostrado em detalhes o funcionamento do sistema bem como medidas da capacidade calorífica de materiais conhecidos. A adaptação deste sistema em um criostato de  $^4He_2$  para medidas em ultra-baixas temperaturas será também descrito.

Supporte financeiro: CNPq., FAPESP, CAPES, FINEP - PADCT.

INS/6º F/11:00

### DETECÇÃO DE MASSA "IN-SITU" COM A MICROBALANÇA DE CRISTAL DE QUARTZO

David M. Soares, Christian Fruböse\*, Karl Doblhofer\*  
Instituto de Física Gleb Wataghin-UNICAMP, Cx. P. 6165, Campinas  
S.P. Brasil  
\*Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6,  
Dahlem, D-14195 Berlin.

#### Resumo:

A microbalança de cristal de quartzo (EQCM) é uma ferramenta extremamente sensível e amplamente utilizada para determinações de mudanças de massa (nanogramas/cm<sup>2</sup>). Ela é usada em vácuo, ar, e recentemente também em meio líquido. Porém, se as propriedades visco-elásticas do meio contactante (líquido e/ou filme) não forem levadas em conta os resultados medidos poderão ser incorretos.

Este problema é analisado com base na impedância do sistema. Uma nova descrição teórica é apresentada. Além disso, um novo circuito atuador para a QMB é descrito, para avaliação e correção dos resultados obtidos. São discutidos resultados experimentais obtidos com diferentes líquidos e com filmes de polímero.

INS/6º F/11:15

### INTERFACEAMENTO DO SISTEMA DE MEDIDAS DA IDADE COM CARBONO-14 A UM MICRO PC-COMPATÍVEL

Everton de Paiva Prata, Edmar Moraes de Lima, Giovanni Cordelro Barroso, Maria Marlúcia Freitas Santiago  
Depto. de Física da UFC

O presente trabalho tem o objetivo de desenvolver uma interface de interligação de um micro compatível com IBM-PC ao sistema de determinação de percentagem do carbono moderno e idade de carbono-14 (SCALER-TIMER-SYSTEM BERTHOLD). O uso do micro permite a aquisição e armazenagem dos dados (medidas) do scaler-timer em arquivo de disco, facilitando a posterior manipulação dos mesmos pelo pesquisador. A interface é baseada em duas PPI (Programmable Peripheral Interface) 8255 (três portas paralelas de 8 bits) e uma lógica de controle e endereçamento. Tal interface é conectada diretamente a um slot de expansão do micro e o sistema é gerenciado via software implementado em linguagem de alto nível (PASCAL).

## Instrumentação

INS / 6° f / 11:30

### DESENVOLVIMENTO DE UM MICROFONE PARA FUNCIONAR A BAIXAS TEMPERATURAS USANDO O EFEITO PIEZOELÉTRICO DO KDP.

Edilson Minciro Sá Junior, Frederico Dias Nunes, Francisco Erisau de A. Melo  
Departamento de Física - UFC

Os microfones comerciais são feitos de material cerâmico que operam à temperatura ambiente. O trabalho aqui apresentado tem como objetivo desenvolver um microfone utilizando o efeito piezoelétrico do KDP ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) para funcionar a temperaturas próximas à do nitrogênio líquido. O primeiro interesse é a da sua aplicação em experimentos tais como espectroscopia fotoacústica a baixas temperaturas. O estudo passa pelas fases de crescimento de monocristais de boa qualidade, seu processamento físico-químico (corte, polimento, contatos elétricos, etc.) para o desenvolvimento do dispositivo desejado. Faz parte do estudo, o desenvolvimento da infraestrutura eletrônica necessária à amplificação do sinal gerado no microfone. Finalmente, inclui a fase de encapsulamento que permita o melhor desempenho do microfone e testes. O nosso circuito eletrônico é baseado no uso de transistores de ruído ultra-baixo, ligados sempre aos pares de tal maneira que entre cada semicondutor existe uma defasagem de  $180^\circ$ . Desta forma se procura reduzir a corrente circulando em cada transistor, diminuindo o ruído branco e o ruído térmico.

INS / 6° f / 11:45

### RECUPERAÇÃO DE DADOS A PARTIR DE UM GRÁFICO DIGITALIZADO

Rogéria A. Campelo, F. C. Montenegro  
Departamento de Física - UFPE, 50670-901, Recife - PE

Neste trabalho mostramos um software capaz de gerar um arquivo de pontos a partir da digitalização (através de scanner), de um gráfico (bidimensional) publicado em artigos, revistas, livros, etc. O objetivo é permitir a obtenção dos dados originais de um gráfico impresso, para uma posterior manipulação destes dados.

O software é amigável e não exige conhecimentos específicos do usuário. Ele recebe como entrada um arquivo digitalizado (tipo .BMP) e gera como saída um arquivo ASCII que é passado para a tela do computador. Em seguida os pontos são lidos em coordenadas da tela e ajustados através fatores de escalas, translações e rotações para obter os pontos originais na escala do gráfico impresso.

Supporte financeiro: CNPq, CAPES, FACEPE, FINEP.

INS / 6° f / 12:00

### FONTE DE CORRENTE ESTABILIZADA AJUSTÁVEL PARA SISTEMA IALL

Murillo M. D. de Mello Júnior  
Departamento de Física/UFRRN

Construímos uma fonte de corrente estabilizada para acionamento de um eletroímã destinado à realização de medições baseadas no efeito Hall. Sua regulação para a variação máxima permitida de resistência da carga indutiva é de 2,5% e para uma variação de 10% na voltagem da rede de entrada é de 0,1%. Essa fonte é ajustável de 0 a 10A com resolução da ordem de 0,1%, tem precisão de 1% na leitura digital (3,3 dígitos) direta da corrente e de 0,2% se utilizado um modificador externo de 5,3 dígitos e possui estabilidade de 0,02% da leitura na primeira hora de operação e um excepcional nível de ruído menor que 20 mV rms em toda a abrangência de corrente e todo espectro utilizável de frequências.

Neste painel descrevemos completamente a construção dessa fonte, desde a fase do projeto até a de testes e operação e mostramos seu desempenho correspondendo às especificações acima.

# **GT5: SUPERFÍCIE**

**LOCAL: SALA 4**

**SEXTA-FEIRA**

**I SEÇÃO 16:00 - 17:00**  
**COORD.:Caio Mário C. de Castilho - UFBA**  
**SUP.:J. Albino Aguiar**

## Superfície

SUP/6/f/16:00

DEPOSIÇÃO DE FILMES FINOS DE Al POR SPUTTERING RF e DC /

Ana Luiza V.S. Rolim, Eronides F. Silva Jr. e J. Albino Aguiar  
Departamento de Física-UFPE.

A técnica de deposição de filmes finos metálicos por *sputtering* é usada para estudarmos a deposição de alumínio em substratos dielétricos (vidros) e semicondutores (silício). Deposição por RF e DC Magnetron *sputtering* é estudada nestes substratos variando-se parâmetros tais como pressão do plasma de Ar ( $10^{-1} - 10^{-3}$  torr), e potência das fontes DC e RF (0-500W). Serão apresentados resultados experimentais comparando-se as diferenças nas taxas de deposição por DC e RF, e a determinação dos "pontos ótimos" de trabalho para a obtenção de filmes com alta qualidade utilizando-se estas técnicas. Os resultados obtidos serão utilizados em etapas de processo de fabricação de dispositivos microeletrônicos.

\*Trabalho financiado pela FINEP e CNPq.

SUP/6/f/16:15

CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE SULFETO DE CÁDMIO, Cds, POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

João Guilherme Mogueira Matias<sup>1</sup>, José Francisco Julião<sup>1</sup>

Roberto de Toledo Assumpção<sup>2</sup>

1 Departamento de Física - UFC, Cx. Postal 6030, 60451-970, Fortaleza-CE, Telefone - (085)2432518, FAX - (85)2434138, e-mail - flsufc@gavião.ufc.br. 2 Departamento de Engenharia de Materiais - Faculdade de Engenharia Mecânica - UNICAMP.

Filmes semicondutores de sulfeto de cádmio, eletrodepositados sobre substratos de titânio e vidro condutor de ITO, foram caracterizados por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Pela análise morfológica verificou-se que os filmes são irregulares e inhomogêneos, apresentando regiões de diferentes concentrações de Cds. Verificou-se também, que eles são policristalinos, com cristallitos variando de tamanho em função dos parâmetros de crescimento (corrente de deposição e tempo). A análise composicional mostrou que os filmes depositados sobre titânio apresentam um excesso de cádmio em relação ao enxofre e que nos filmes depositados sobre ITO a relação Cd/S é mais estequiométrica.

Trabalho financiado por CNPq/RHAE e CAPES

SUP/6/f/16:30

TEORIA DO MICROSCÓPIO ELETRÔNICO LLEEM

Marcelo A. M. S. Gonçalves  
Instituto de Física, UFPA

Em 1948 D. Gabor propôs um novo tipo de microscópio eletrônico, baseado em dois passos bem definidos:

i) o processo de gravação, que consiste da interferência de uma onda de referência com a onda espalhada por um objeto;

ii) e a reconstrução feita a partir de uma fonte monocromática de luz.

A partir deste tipo de microscópio é possível se obter imagens sem aberração esférica, i.e., padrões de interferência ou hologramas. O microscópio LLEEM (Lensless Low Energy Electron Microscope), baseado na proposta de Gabor, vem sendo desenvolvido pela IBM enquanto modelos teóricos têm sido propostos.

O nosso interesse é obter as perturbações na função de onda devido ao processo de "monoenergização" do feixe incidente. A partir da obtenção desta perturbação utilizaremos a teoria de espalhamento para obter a função de onda espalhada, a qual nos permitirá encontrar o padrão de interferência, i.e., o holograma, de uma amostra previamente escolhida.

Apoio CAPES

## Superfície

SUP/6<sup>o</sup>f/16:45

### IONIZAÇÃO POR CAMPO: SOLUÇÕES ANALÍTICAS

Caio Mário Castro de Castilho e Luis C. O. Dacal  
Instituto de Física, UFBA., Campus da Federação  
40210-340 Salvador, Bahia.

A determinação da probabilidade de ionização das moléculas do gás formador da imagem no Microscópio Iônico de Campo apresenta duas dificuldades principais: a) o adequado modelamento do potencial de barreira; b) a solução analítica da equação de Schrödinger correspondente. Assim a alternativa usual face a segunda dificuldade é a solução numérica.

Algumas soluções analíticas existentes na literatura /1,2/ são examinadas e os seus resultados comparados entre si e com uma solução numérica.

A etapa acima referida constitui passo preliminar para a determinação da largura de zona de ionização levando-se em conta uma distância crítica dependente do potencial imagem e do aumento local do campo elétrico /3/.

1. R. Haydock e D. R. Kingham, Surface Science 103, (1981) 239
2. S. C. Lam e R. Needs, Surface Science, 277 (1992) 359
3. C. M. C. de Castilho, submetido à Surface Science.

Apoio: CNPq/UFBA

SUP/6<sup>o</sup>f/17:00

### ESTADOS DE CARGA EM ÁTOMOS EVAPORADOS POR CAMPO

Josué Xavier de Carvalho e Caio Mário C. de Castilho  
Instituto de Física, UFBA., Campus da Federação  
40210-340 Salvador, Bahia.

Numa amostra de forma extremamente pontiaguda, usualmente metálica, quando submetida a um pulso de alta voltagem (alguns V/Å) pode ter os átomos das suas camadas mais externas removidos na forma de íons. A este processo, conforme o caso, denomina-se de evaporação por campo (field evaporation - FE) ou desorção por campo (field desorption - FD).

Os átomos evaporados/desorvidos podem ser adicionalmente ionizados pelo tunelamento de elétrons, tendo assim o seu estado de carga dependente do campo e portanto da tensão aplicada.

Espécies químicas como Li, C, N, O, P e S, presentes principalmente em ligas, tem o seu estado de carga em função do campo externo discutido segundo o modelo de Haydock e Kingham /1/.

1. R. Haydock e D. R. Kingham, Phys. Rev. Letters 44 (1980) 1520.

Apoio CNPq/UFBA

O Comitê Organizador do XI EFNNE  
agradece o apoio  
do Governo do Estado da Paraíba / CINEP

# GT6: SEMICONDUTORES

LOCAL: SALA 8

## SEXTA-FEIRA

I SEÇÃO 09:30 - 10:30

COORD.: Nelson Studart - UFSCar

SUP.: Valder Nogueira Freire - UFC

II SEÇÃO 11:00 - 12:00

COORD.: Valder Nogueira Freire - UFC

SUP.: Eudenilson L. Albuquerque - UFRN

III SEÇÃO 16:00 - 17:00

COORD.: Eudenilson L. Albuquerque - UFRN

SUP.: Umbelino de Freitas Neto - UFPB/JP

IV SEÇÃO 17:30 - 18:15

COORD.: Gil A. Farias - UFRN

SUP.: Umbelino de Freitas Neto - UFPB/JP

## Semi Condutores

**SEM/6º f/09:30** O ACOPLAMENTO PLASMARON E A LUMINESCÊNCIA EM SEMICONDUTORES DE GAP DIRETO.

Raimundo Noqueira da Costa Filho, Valder Nogueira Freire e Antonio José da Costa Sampaio.

Neste trabalho partimos do princípio de que, em um semicondutor de gap direto altamente excitado, a intensidade de luminescência é influenciada diretamente pelas oscilações coletivas do plasma (plasmons).

Em primeiro lugar utilizamos um hamiltoniano clássico de interação coulombiana, obtendo como resultado, uma distorção no espectro de luminescência para energias próximas do potencial químico. Quando utilizamos um hamiltoniano que leva em consideração a interação elétron-plasmon ou seja, o acoplamento plasmaron, obtemos como resultado o surgimento de uma banda luminescente em torno de 2542 mev (Cds), denominada banda M que concorda fielmente com resultados experimentais.

**SEM/6º f/09:45** CÁLCULO NUMÉRICO DAS BANDAS DE ENERGIA EM SUPER REDES

D.M. Tavares e José Alzamir P. da Costa

A fabricação de estruturas quânticas usando técnicas modernas de crescimento conduziu a novos problemas e aplicações. Um destes problemas é a análise das propriedades de interfaces não abruptas, que podem ocorrer como consequência da imprecisão no controle do crescimento, consistindo, assim, num defeito do material, ou serem provocadas, na intenção de se obterem novos dispositivos. Em todo caso, é um problema de grande interesse para a física dos semicondutores.

Nosso trabalho visa a calcular os níveis de energia de super redes onde interfaces não abruptas separam os materiais, para determinar as transições eletrônicas e, conseqüentemente, o espectro de emissão de tais estruturas. Esperamos com isso facilitar a investigação de novos dispositivos que os atuais processos de crescimento podem gerar.

C.H. MOREIRA e J.L.A. ALVES; Proceed. V Bras. sc. Semiconductor Physics, 477 (1991)  
Editors: A. FAZZIO; J.L.A. LEITE

**SEM/6º f/10:00** Polaritons Superficiais em Super-Redes Semicondutoras com Dispersão Espacial

Paulo Fulco e Eudenilson I. Albuquerque

Departamento de Física, UFRN, 59072-970 Natal - RN

Apresentamos o espectro de polaritons superficiais em uma super-rede semicondutora, formada por camadas alternadas de GaAs e  $Ga_{1-x}Al_xAs$  com espessura e função dielétrica diferentes, levando-se em consideração efeitos devidos à dispersão espacial dos modos ópticos (contribuição excitônica) em um dos seus materiais constituintes. A super-rede é descrita na aproximação de meio efetivo, apropriada para grandes comprimentos de onda da excitação. A equação de dispersão dos polaritons é determinada considerando-se efeitos retardados da onda eletromagnética, e a condição de contorno adicional dos excitons (ABC) em sua forma mais geral. Técnicas experimentais tais como Refletividade e ATR ("Attenuated Total Reflection") são apresentadas e seus aspectos mais importantes discutidos.

## Semi Condutores

### SEM / 6º f / 10:15 Polaritons em Super-Redes Quasi-Periódicas

Eudemilson L. Albuquerque

Departamento de Física, UFRN, 59072-970 Natal - RN.

O espectro de polaritons é determinado em super-rede quasi-periódica semi-infinita, composta de camadas de gás de elétrons bi-dimensionais separados por materiais piezoelétricos. Estas estruturas são crescidas de acordo com a sequência de Fibonacci. Os dois blocos que definem a super-rede leva em consideração camadas piezoelétricas com simetrias cúbica e hexagonal, respectivamente. O espectro dos polaritons é obtido utilizando-se técnicas de matriz-transferência. Mostra-se que este trabalho não só determina os efeitos da não periodicidade da super-rede, como também generaliza resultados obtidos para super-redes periódicas.

### SEM / 6º f / 10:30 Polaritons em Super-Redes com Interface Rugosa

Umberto J. Fulco, Manoel S. De Vasconcelos, Paulo Fulco e Eudemilson L. Albuquerque

Departamento de Física, UFRN, 59072-970 Natal - RN

Estudamos o espectro de polaritons em super-redes semicondutoras semi-infinitas, considerando-se que a sua interface livre é regida por uma rugosidade dinâmica descrita pela equação  $z = \xi(x,y) \exp(i(q_x x - \omega t))$  em lugar da superfície estática plana usual, descrita por  $z = 0$  ( $x$  é o eixo cartesiano paralelo ao eixo óptico da estrutura). Aqui,  $\xi(x,y)$  é chamada de função perfil da rugosidade na interface (em  $z = 0$ ),  $q_x$  é a componente  $x$  do vetor de onda do polariton, que se propaga na super-rede com frequência  $\omega$ . O método de cálculo utilizado é baseado no método da matriz transferência e no da função resposta linear (Funções de Green). Resultados numéricos da curva de dispersão dos polaritons, assim como do seu espectro de potência, são apresentados e seus principais aspectos discutidos.

### SEM / 6º f / 11:00 NÍVEIS DE ENERGIA EM POCOS QUÂNTICOS NÃO-ABRUPTOS

J.M.PEREIRA, R.RENAN, G.A.FARIAS

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará  
60.451-970, Fortaleza, Ceará

Apresentamos um método analítico para obter os níveis de energia de um poço, considerando uma variação contínua na massa efetiva e na barreira de potencial. Comparamos nossos resultados com diferentes aproximações e vários potenciais. Além disto, usamos o mesmo método para calcular os níveis de energia de um elétron num sistema formado por  $\text{AlxGa1-xAs/GaAs/AlxGa1-xAs}$  com barreiras não-abruptas.



## Semi Condutores

SEM/6°f/11:15

### NÍVEIS DE ENERGIA EM POÇOS QUÂNTICOS UTILIZANDO MÉTODOS DOS ELEMENTOS FINITOS.

José R. Filho, J.M. Pereira Junior, Gil A. Farias.  
Departamento de Física da U.F.C.

Poços quânticos semicondutores não-abruptos do tipo  $Al_xGa_{1-x}As$ / $GaAs/Al_xGa_{1-x}As$  são estudados através de um modelo simples para a variação do potencial e da massa efetiva dos portadores (elétrons e buracos) nas heterointerfaces. Os níveis de energia dos portadores para várias larguras interfaciais foram obtidos usando métodos de elementos finitos. Discutimos a influência da largura da heterointerface nos níveis de energia e comparamos os resultados com os obtidos por outras técnicas.

SEM/6°f/11:30

### ESTRUTURA DE BANDAS DE SUPER-REDES SEMICONDUTORAS NÃO-ABRUPTAS

Valder N. Freire, J. Alfred B. Saip, e Gil A. Farias

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará

Relações  $E - k$  são obtidas para diferentes tipos de super-redes semicondutoras com heterojunções não-abruptas do tipo  $GaAs/Al_xGa_{1-x}As$ , cada uma caracterizada por uma certa variação interfacial da fração molar de alumínio.

SEM/6°f/11:45

### EFEITOS DA VARIAÇÃO INTERFACIAL DE ALUMÍNIO NAS PROPRIEDADES DE TRANSMISSÃO DE HETEROJUNÇÕES NÃO-ABRUPTAS $GaAs/Al_xGa_{1-x}As$

Valder N. Freire e Gil A. Farias

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará

O potencial e a massa efetiva de portadores na interface de heterojunções não-abruptas  $GaAs/Al_xGa_{1-x}As$  são obtidos para diversos tipos de variação interfacial de alumínio, todas representativas das possibilidades de crescimento da interface pelas diferentes técnicas de crescimento atuais. A equação de Schrödinger é solucionada para cada caso, e as propriedades de transmissão são calculadas. Expressões analíticas para o coeficiente de transmissão são obtidas na aproximação de massa efetiva constante na heterointerface. Demonstra-se que fortes variações iniciais ou finais da taxa de substituição de gálio por alumínio levam a consideráveis modificações das propriedades de transmissão em heterojunções não-abruptas  $GaAs/Al_xGa_{1-x}As$ . Finalmente, EBH demonstrado que a variação linear da fração molar de alumínio na interface, utilizada recentemente por Freire, Farias e colaboradores, constitui uma excelente aproximação para o suposto crescimento suave e simétrico da fração molar de alumínio proporcionado pelas diferentes técnicas de crescimento atuais.

## Semi Condutores

SEM/6º F/12:00

### CONTRIBUIÇÃO DA INTERAÇÃO ANARMÔNICA ENTRE FÔNONS AO PROCESSO DE RELAXAÇÃO DE PORTADORES QUENTES FOTOEXCITADOS

Ann E. P. Maia, A. Pádua C. Pires Filho, A. José C. Sampaio e Valter N. Freire

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará

Investigamos como a dissipação de energia de fônons óticos por meio de sua interação anarmônica com fônons acústicos modifica o processo de esfriamento de portadores fotoexcitados na escala de sub-nanosegundos. A interação anarmônica é descrita usando uma aproximação de tempos de relaxação nas equações quânticas de transporte obtidas a partir do operador estatístico de não-equilíbrio no esquema de Zubarev. Mostriamo que a interação anarmônica entre fônons óticos e fônons acústicos pode mudar consideravelmente a taxa de esfriamento dos portadores quentes, e levar a uma melhor concordância entre teoria e experimentos.

SEM/6º F/16:00

### ESPECTROS FOTOACÚSTICOS DO CdS, CdSe E DO Si.

ALEXANDRE V. B. DA SILVA, PAULO C. M. A. FARIAS, J. CAETANO DE SOUZA, INSTITUTO DE FÍSICA - UFBA, - SALVADOR - BAHIA  
A. FERREIRA DA SILVA - I.F. - UFBA, & INPE/LAS, S.J. CAMPOS S.P.

Utilizamos a espectroscopia fotoacústica para a investigação de materiais semicondutores. Procuramos observar o comportamento do material, nas proximidades da região do gap de energia a partir do espectro de absorção da luz. Para algumas amostras, procuramos definir a posição do gap de energia, a partir do espectro, com auxílio de um programa de ajuste de pontos.

SEM/6º F/16:15

### SINAL FOTOACÚSTICO EM SEMICONDUTORES

F.H.S.Sales\*, A. Pinto Neto (Universidade Federal do Maranhão/Deptº de Física)

Apresentamos neste trabalho simulação do Sinal Fotoacústico (intensidade e fase) em Materiais Semicondutores (GaAs e PbTe), mostrando como cada um dos termos de fonte (Difusão Térmica, recombinação não radiativa no volume e na superfície) contribuem na geração do sinal. Mostramos também, como a difusividade térmica, o tempo de recombinação não radiativa, a velocidade de recombinação na superfície e o coeficiente de difusão dos portadores (menores ou ambipolar) modificam o sinal.

\* Aluno de I.C. da UFMA.

## Semi Condutores

SEM/6º f/16:30

### COEXISTENCIA DAS FASES METALICA E NAO-METALICA EM

SEMICONDUCTORES ALTAMENTE EXCITADOS . A. SERGIO C. ESPERIDIAO(IF-UFBA),  
AUREA R. VASCONCELLOS e ROBERTO LUZZI(IFGW-UNICAMP).

Estudamos em um semiconductor de gap direto os estados estacionários fora do equilíbrio de um plasma duplo criado continuamente por um laser. A análise da estabilidade das equações não-lineares que descrevem a evolução dos portadores permite determinar a função dielétrica eletrônica do sistema. Examinando seu comportamento no regime altamente degenerado, encontramos os portadores numa fase não-metálica. No regime clássico, caracterizado por altas temperaturas ou baixa concentração de portadores fotojetados, identificamos a fase metálica. Mostramos que entre estes regimes o sistema de portadores encontra-se numa fase termodinâmica fora do equilíbrio onde coexiste os dois estados. Os resultados são comparados com o comportamento da função dielétrica de Lindhart. (1)  
1- A. Sergio Esperidiao, Aurea R. Vasconcellos and Roberto Luzzi  
J. Phys. Chem. Solids Vol. 53, No. 8 pp 1111- 1119 (1992)

SEM/6º f/16:45

### MEDIDAS DE FOTOCONDUCTIVIDADE EM SEMICONDUCTORES

PAULO CESAR M. A. FARIAS, ALEXANDRE V. B. DA SILVA.  
INSTITUTO DE FISICA - UFBA. - SALVADOR - BAHIA.  
A. FERREIRA DA SILVA - I.P. - UFBA. & INPE/LAS, S.J. CAMPOS, S.P.

Com um espectrômetro fotoacústico, realizamos medidas de espectros de absorção de amostras semicondutoras, bem como espectros de fotocondutividade das mesmas amostras com a simples substituição da célula fotoacústica pela amostra considerada, a qual foi previamente conectada a dois terminais por onde flui a fotocorrente.

SEM/6º f/17:00

### ESPECTRO FOTOACÚSTICO DA HETEROESTRUTURA GaAs/AlGaAs

J. CAETANO DE SOUZA, A. FERREIRA DA SILVA\* E ALFREDO G. DE OLIVEIRA\*

(\*) Universidade Federal da Bahia - Instituto de Física  
Rua Caetano de Moura, 123 Federação, Salvador/Ba.

(+) Hospital São Rafael

Av. São Rafael No. 2152, - São Marcos/Pau da Lima - Salvador/Ba.

(#) Universidade Federal de Minas Gerais - Instituto de Ciências Exatas (ICEX) - Departamento de Física, Belo Horizonte/MG.

(%) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Laboratório Associado de Sensores e Materiais (INPE/LAS) CP 515, 12225 São José dos Campos, SP.

Realizamos medidas do espectro de absorção, na faixa de luz visível e infravermelho próximo, sob temperatura ambiente de 300 K para duas amostras de heteroestrutura GaAs/AlGaAs com diferentes espessuras das camadas de GaAs e AlGaAs. Encontramos o valor da energia do gap em concordância com os valores dados por outros métodos experimentais.

## Semi Condutores

SEM/6º f/17:30

### ENERGIA DO "BAND-GAP" ÓPTICO DE UM SEMICONDUTOR

J. CAETANO DE SOUZA\* & A. FERREIRA DA SILVA\*

\* + Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Campus da Pedração, 40210-340 Salvador Ba.

\* Hospital São Rafael, Av. São Rafael, 5152, São Marcos, 41200 Salvador Ba.

+ Laboratório Associado de Sensores e Materiais - LAS, INPE, C.P. 515, 12225 São José dos Campos, SP.

O valor do *bandgap* de energia de um semicondutor é um parâmetro importante para o projeto de transistores. Neste trabalho, apresentamos os resultados do estudo óptico de alguns semicondutores, a temperatura ambiente. Utilizamos para este fim a conhecida técnica fotoacústica (PAS) para computar os dados a cerca do *gap*-óptico do Si, do GaAs e do CdS, medidos através da técnica do microfone na região dos comprimentos de onda em torno do *gap*.

SEM/6º f/17:45

### EMISSÃO SELETIVA DE ELÉTRONS A PARTIR DE CÁTODOS APRESENTANDO O EFEITO DA AFINIDADE ELETRÔNICA NEGATIVA

Édval J.P. Santos, Departamento de Física-UFPE.

e Noel C. MacDonald, Cornell University, Ithaca-NY 14853, EUA.

Foi observada emissão de elétrons de áreas selecionadas litograficamente em uma lâmina de GaAs. A superfície exposta foi tratada para se obter o efeito da afinidade eletrônica negativa. O efeito da afinidade eletrônica negativa tem a vantagem de gerar uma fotoemissão de baixo ruído e de alto brilho (distribuição de energia do feixe emitido é estreita). Foi observado que a fotoemissão é estável e homogênea. A camada de  $TiW/SiN$  usada para bloquear a emissão é estável e suporta bem o processo de desorção do óxido nativo durante a preparação da superfície. O processo de fabricação desses cátodos usando técnicas de microeletrônica também será apresentado. Assim como, uma técnica desenvolvida para a reativação do cátodo, usando uma camada de arsênico depositado por MBE (*molecular beam epitaxy*). A estabilidade da camada de  $TiW/SiN$  foi estudada pelo uso da espectroscopia Auger. Os cátodos foram testados em uma câmara de ultra alto vácuo ( $10^{-10}$  torr).

SEM/6º f/18:00

### TRANSIÇÃO DE MOTT PARA DISTRIBUIÇÕES ALEATORIAS DE IMPUREZAS

N. Souza Daneg\* A.Ferreira da Silva\*\*

\* Instituto de Física - UFBA, Salvador - Ba

\*\* INPE/ LAS, São José dos Campos - SP

Neste trabalho são analisadas as propriedades de transição metal-isolante, em semi-condutores dopados de matriz homogênea, a partir do estudo das distribuições aleatórias dos pares de átomos da impureza (p. ex., P, As, Sb) sobre a matriz hospedeira. Para a determinação da transição, usamos o critério de Mott e, para a análise dessas distribuições, foram usadas as funções da distribuição de Poisson e de Rosso. Os cálculos da condutividade e da densidade de estados são avaliados graficamente a partir dos resultados obtidos.

## Semi Condutores

SEM/6° f/18:15

### SUSCEPTIBILIDADE DE IMPUREZAS DOADORAS EM SISTEMAS SEMICONDUTORES

E. de Brito Neta\* e A. Ferreira da Silva\*\*.

\* Instituto de Física da UPBa, Salvador-BA

\*\* INPE/LAS, São José dos Campos-SP

O objetivo deste trabalho é a investigação do comportamento da susceptibilidade elétrica observada em semicondutores dopados tipo Si:P. Resultados experimentais acenam com a possibilidade de que aglomerados de impurezas influenciam na divergência da susceptibilidade em uma certa região crítica. A partir de um par-doador molecular que leva em consideração a energia de ionização  $H_2 \rightarrow H_2^+$ , dos seus estados fundamentais, calcule a absorção e a seguir a susceptibilidade  $\chi$ . Nossos resultados<sup>1,2</sup> levam a equação

$$4\pi\chi = \chi_c (N_c/N_c - 1)^{-\xi},$$

onde  $N_c$  é concentração crítica e  $N_d$  é a concentração de doadores. Encontramos  $\chi_c=0,48$  e  $\xi=1,0$ , em excelente concordância com os pedidos experimentalmente;  $\chi_c=0,56$  e  $\xi=1,09 \pm 0,1$ .

1. F. de Brito Neta and A. Ferreira da Silva, Mod. Phys. Lett. B6, 1943 (1992)

O Comitê Organizador do XI EFNNE  
agradece o apoio  
da SBF

# GT7: MECÂNICA ESTATÍSTICA

LOCAL: SALA 1

## QUINTA-FEIRA

I SEÇÃO 09:30 - 10:30  
COORD.: Sergio Coutinho - UFPE  
SUP.: Jairo R. L. Almeida - UFPE

II SEÇÃO 11:00 - 12:00  
COORD.: Sergio Coutinho - UFPE  
SUP.: Jairo R. L. Almeida - UFPE

III SEÇÃO 16:00 - 17:00  
COORD.: Liacir S. Lucena - UFRN  
SUP.: Luciano R. da Silva - UFRN

IV SEÇÃO 17:30 - 18:15  
COORD.: Liacir S. Lucena - UFRN  
SUP.: Luciano R. da Silva - UFRN

## SEXTA-FEIRA

V SEÇÃO 09:30 - 10:30  
COORD.: Roberto F. S. Andrade - UFBA  
SUP.: Romero Tavares - UFPB/JP

VI SEÇÃO 11:00 - 11:45  
COORD.: Roberto F. S. Andrade - UFBA  
SUP.: Romero Tavares - UFPB/JP

## Mecânica Estatística

EST / 5ª f / 09:30

### INSTABILIDADES DE ALMEIDA-THOULESS PARA O VIDRO-DE-SPIN DE POTTS VETORIAL COM QUATRO ESTADOS

Edvaldo N. Júnior, Departamento de Física-UFPE  
Fernando D. Nobre, Departamento de Física-UFRN  
J.R.L. de Almeida e S. Coutinho, Departamento de Física-UFPE

Neste trabalho investigamos o diagrama de fase do modelo de vidro-de-spin de Potts vetorial (ou "relógio") com quatro estados, no limite de interações de alcance infinito, em presença de um campo magnético externo. Na representação das variáveis de spin com duas componentes,  $\vec{S} = (S_x, S_y)$ , para campos magnéticos direcionados segundo um dos eixos cartesianos,  $\vec{h} = (h_x, 0)$  ou  $\vec{h} = (0, h_y)$ , mostramos que existe apenas uma única linha de Almeida-Thouless tal como ocorre no modelo Sherrington-Kirkpatrick. Todavia, para o caso de um campo magnético em uma direção arbitrária  $\vec{h} = (h_x, h_y)$  existe uma superfície de instabilidade para a qual cortes diversos no diagrama de fase  $(T, h_x, h_y)$  revelam a presença de duas possíveis linhas de Almeida-Thouless.

EST / 5ª f / 09:45

### MULTIFRACTALIDADE EM VIDRO-DE-SPIN DE ALCANCE FINITO

S. Coutinho e J.R.L. de Almeida, Departamento de Física-UFPE  
E.M.F. Curado, International Centre of Condensed Matter Physics - UNB.

As propriedades multifractais do parâmetro de ordem do modelo de vidro-de-spin de Ising com interações de alcance finito foram investigadas na abordagem do grupo de renormalização de Migdal-Kadanoff. Neste esquema, o parâmetro de ordem de Edwards-Anderson (EA) local foi calculado usando-se um procedimento recursivo exato. Mostramos que, em torno da temperatura crítica, o parâmetro de ordem EA local tem uma estrutura multifractal para interações de intercâmbio com uma distribuição de probabilidades Gaussiana simétrica. A função  $F(\alpha)$  para a medida construída a partir do parâmetro de ordem EA local foi obtida e comparada com aquela para o sistema puro no ponto crítico. Mostramos que a função  $F(\alpha)$  para o vidro-de-spin estende-se por um intervalo muito maior que o do sistema puro em  $T_c$ . Além disso, a função  $F(\alpha)$  para o vidro-de-spin subsiste para temperaturas abaixo de  $T_c$ , indicando que a fase vidro-de-spin tem uma estrutura multifractal intrínseca e, portanto, não pode ser descrita por um conjunto finito de expoentes críticos. Um novo cenário pode advir para a fase vidro-de-spin.

EST / 5ª f / 10:00

### Uma Formulação Simplificada Para o Vidro de Spins $S=1$

E.A. da Costa e F.D. Nobre

Departamento de Física Teórica e Experimental  
UFRN - Campus Universitário - C.P. 1641  
59072-970 Natal - RN Brasil

Estudamos um modelo de vidro de spins ( $S=1$ ) com interações de alcance infinito em uma versão simplificada ("naïve"). Nesta formulação o campo de reação de Onsager não existe, tornando o problema mais simples do que os modelos convencionais do tipo Sherrington-Kirkpatrick. Analisamos o efeito de um campo cristalino de anisotropia com o objetivo de investigar o comportamento tricrítico e compará-lo com resultados anteriores para o modelo Ghatak-Sherrington.

## Mecânica Estatística

EST / 5ª f / 10:15

### VIDRO DE SPINS DE ASHKIN-TELLER: VERSÃO DE VAN HEMEN-CONJUGADO

Severino Cirino L. Neto (UFRR)  
José Vicente Moreira (UFPPB)

Este modelo de vidro de spins com interações de alcance infinito caracteriza-se pela hamiltoniana

$$H = - \sum_{\langle i,j \rangle} \left( J_{ij}^{(1)} \sigma_i \sigma_j - \sum_{\langle i,j \rangle} J_{ij}^{(2)} S_i S_j - \sum_{\langle i,j \rangle} J_{ij}^{(3)} \sigma_i S_i \sigma_j S_j \right)$$

onde  $\sigma$  e  $S$  são variáveis de spin de Ising,

$$J_{ij}^{(\alpha)} = J_0^{(\alpha)} + (\zeta_i^\alpha \eta_j^\alpha + \zeta_j^\alpha \zeta_i^\alpha) \quad ; \quad \alpha = 1, 2$$

e  $J_{ij}^{(3)}$  é conjugação de  $J_{ij}^{(1)}$  e  $J_{ij}^{(2)}$ . Assumimos que os  $\zeta$  e  $\eta$  são variáveis aleatórias identicamente distribuídas, com média zero e variâncias finitas. Apresentamos: as equações associadas ao modelo; diagramas de fases para relações entre  $J_0^{(\alpha)}$  e  $J^{(\alpha)}$ , comparamos com a versão independente deste modelo.

EST / 5ª f / 10:30

### FASES CAÓTICAS EM SISTEMAS MAGNÉTICOS

Alexandre Rosas e S. Coutinho  
Departamento de Física-UFPE

Empregamos a abordagem dos sistemas dinâmicos não-lineares para estudar a estrutura caótica observada na magnetização de certos modelos de spin com frustração. Consideramos o modelo de Ising com spin 1 (modelo de Blume-Emery-Griffiths) na rede de Bethe com número de coordenação arbitrário, com interações de intercâmbio competitivas entre primeiros e segundos vizinhos de gerações consecutivas, interação de intercâmbio biquadrática entre primeiros vizinhos e interação de anisotropia local (singlet ion), em presença de um campo magnético externo. No limite de coordenação infinita (aproximação de campo médio) o diagrama de fase é determinado pelos atratores de um sistema de duas equações de recorrência não-lineares acopladas (mapa bidimensional). Para certos valores dos parâmetros, o mapa evolui para atratores estranhos caracterizando a existência de regiões do diagrama de fase onde a magnetização teria uma estrutura caótica.

EST / 5ª f / 11:00

### TEXTURAS ANISOTRÓPICAS

Murilo Pereira de Almeida  
Departamento de Física  
Universidade Federal do Ceará

Apresentamos um modelo de Campo Aleatório de Markov para representar (simular e identificar) texturas anisotrópicas, com orientação arbitrária. Estes modelos encontram aplicação no processamento de imagens digitais.

O Hamiltoniano é obtido por discretização de um operador diferencial elíptico, juntamente com uma perturbação polinomial.

São apresentados resultados de simulação e recuperação de parâmetros a partir das configurações simuladas. Os parâmetros associados ao operador diferencial são obtidos das estimativas dos parâmetros do Hamiltoniano discreto.



## Mecânica Estatística

EST/S f/11:15

O EFEITO DO DECREMENTO DO NÚMERO DE CATEGORIAS PARA A SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE COALESCÊNCIA ESTOCASTICA PARA O CRESCIMENTO DE GOTAS DE NUVEM.

G. J. M. Gaviria, A. J. C. Saaspaio e F. C. de Almeida

A equação estocástica que consegue descrever os processos de crescimento de gotas numa nuvem é estudada, e alguns métodos numéricos de solução são comparados. Um dos objetivos é buscar eficiência e autenticidade. Dois desses métodos são comparados, o método de Berry Reinhardt<sup>(1)</sup> e o método dos momentos proposto por Tzivion et al<sup>(2)</sup>. Vários kernels e raios médios iniciais são usados. A proposta de Berry et al funciona bem para espectro mínimo de 72 categorias de raios. Já Tzivion sugere uma excelente performance do seu método para 36 categorias, o que implica melhor eficiência computacional. Pelos nossos resultados o método de Tzivion et al consegue acelerar o crescimento das gotas para situações iniciais com  $r_0$  pequenos. Em conclusão podemos garantir que este esquema numérico do ponto de vista computacional é mais eficiente do que o de Berry et al e de outros também analisados. Em virtude da manutenção  $r_0$  massa do sistema ele pode perfeitamente ser utilizado em modelos completos de nuvens e meso-escalas.

(1) An Analysis of Cloud Droplet Growth by Collection: Part I

E. X. Berry and R. L. Reinhardt, *J. Atmo. Sci.*, 31, 1814 (1974)

(2) An Efficient Numerical Solution to the Stochastic Collection Equation.

S. Tzivion, G. Feingold and Z. Levin, *J. Atmo. Sci.*, 44, 3139 (1987)

EST/S f/11:30

### Análise $\kappa/S$ do Atrator Caótico do Mapeamento $1 - a |\xi|^z$

L.R. da Silva<sup>1</sup>, R. Beer<sup>2</sup>, C. Tralho<sup>2</sup> e H.A.D. do Nascimento<sup>3</sup>

1 - Departamento de Física, UFRN

2 - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

3 - Departamento de Informática e Matemática Aplicada da UFRN

Fazemos a análise  $\kappa/S$  (expoente  $H(z, a)$  de Hurst e amplitude  $A(z, a)$ ) do mapeamento numérico dado pela equação  $\xi_{t+1} = 1 - a |\xi_t|^z$  onde  $0 \leq a \leq 2$ . Também estudamos em detalhes as densidades de visitas  $D_z(\xi)$ . Formas analíticas são propostas para  $z = 1/2$  e  $z = 1$ .

EST/S f/11:45

### SIMULAÇÃO DE CAMPO MÉDIO SÍTIO-A-SÍTIO DE ANTIFERROMAGNETOS DILUÍDOS: $Fe_xZn_{1-x}F_2^\dagger$

Ernesto P. Raposo, Maurício D. Coutinho-Filho e Frederico C. Montenegro  
Departamento de Física-UFPE, 50670-901 Recife-PE

Utilizando um modelo de campo médio sítio-a-sítio, simulamos numericamente o sistema magnético aleatoriamente diluído  $Fe_xZn_{1-x}F_2$ .  $FeF_2$  é um cristal BCC com forte anisotropia de ion único e interações de troca que favorecem o ordenamento antiferromagnético, com pequena frustração. A substituição de Fe por ions não-magnéticos Zn faz com que o sistema se comporte como no modelo Ising com interações de troca aleatórias (REIM) a campo nulo, como comprovado experimentalmente para  $x \approx 0.3$ . Com a presença de um campo aplicado na direção do eixo fácil, o sistema cruza para um comportamento típico de um sistema Ising com campo aleatório (RFIM) para o ferromagneto. Nas proximidades da concentração de percolação o sistema exibe propriedades termodinâmicas e críticas de um vidro de spin Ising. Nossas simulações numéricas a campo nulo conseguem distinguir a concentração de percolação, não detectada pelo campo médio microscópico. Com campo aplicado, encontramos irreversibilidades e propriedades dependentes da história similares aquelas que ocorrem em  $Fe_xZn_{1-x}F_2$  para a faixa de valores de  $x$  correspondentes. Nossos estudos indicam também o grau de sensibilidade do sistema à presença de frustração magnética.

<sup>†</sup> Trabalho parcialmente financiado por CNPq, CAPES, FACEPE e FINEP.

EST / 5ª f / 12:00

## Competição entre Caminhantes Aleatórios num Modelo com danos irreversíveis

Samuel Rodrigues G. Júnior e Suzana Nóbrega de Medeiros  
*PET - Programa Especial de Treinamento (CAPES-UFPR)*

H. J. Hilhorst, Lúcia S. Lucena e Luciano R. da Silva  
*Departamento de Física Teórica e Experimental da UFRN*

Usamos o Método da Função de Green e outros métodos analíticos para estudar a interface entre duas regiões que são povoadas por dois caminhantes aleatórios, associados a cores diferentes, por exemplo, azul e vermelha. Cada sítio adquire a cor do caminhante que o visita pela primeira vez. Em duas dimensões, a fronteira entre as duas regiões onde o azul e o vermelho são dominantes apresenta um comportamento bastante complexo. Este modelo apresenta algumas aplicações na Física e em outras Ciências. Determinamos as expressões para as distribuições dos sítios ocupados após um tempo muito grande. Alguns casos particulares são analisados e discutidos.

*Apoio da CAPES, CNPq, FINEP e PADCT*

EST / 5ª f / 16:00

## MODELO DE FULERENO COM CURVATURA NEGATIVA

Luiz Carlos Pinto da Costa Júnior e Fernando S. Sampaio Moraes  
*Departamento de Física-UFPE*

Recentemente, modelos para o carbono amorfo e propostas de novos fullerenos foram construídos em superfícies de curvatura negativa (hiperbólica)<sup>1</sup>. Neste trabalho, utilizamos um método de achatamento iterativo aplicado a uma estrutura hiperbólica tipo "honeycomb" onde todos os anéis são de sete átomos de carbono. Como resultado obtemos uma estrutura tipo fullereno contendo anéis de 6 e 7 átomos organizados hierarquicamente.

1 Townsend et al. Phys. Rev. Lett. 69 (1992) 921; Vanderbilt, D. and Tersoff, J., Phys. Rev. Lett. 68 (1992) 511.

EST / 5ª f / 16:15

## Vidro de Spins Planar

S.R. Viráa - F.D. Nobre e F.A. da Costa

Departamento de Física Teórica e Experimental  
UFRN - Campus Universitário - C.P. 1641  
59072-970 Natal - RN - Brazil

Consideramos um modelo de vidro de spins misto constituído por variáveis do tipo XY e planares discretas (relógio p-estados). Um termo de anisotropia que privilegia p direções em um plano é introduzido para as variáveis XY de tal forma a permitir flutuações em torno do limite relógio. Analisamos o procedimento de quebra da simetria entre réplicas, onde diferentes tipos de funções parâmetro de ordem são estudadas.

## Mecânica Estatística

EST/5ª f/16:30

### ANÁLISE DA TRICRITICALIDADE DO MODELO HEISENBERG ANISOTRÓPICO COM INTERAÇÃO DZYALOSHINSKI-MORIYA

J. Ricardo de Sousa, F. Lacerda e I.P. Fittipaldi,  
Departamento de Física-UFPE.

Recentemente modelos magnéticos com interação Dzyaloshinsky-Moriya (DM) têm atraído atenção na literatura por causa do comportamento experimental de alguns materiais semicondutores, supercondutores e sistemas vidro de spin reentrante. O estudo teórico do diagrama de fase no plano  $T-D$  ( $D$  é o parâmetro de interação DM), em um modelo Heisenberg anisotrópico, foi obtido anteriormente pelos presentes autores; onde a existência de um ponto tricrítico foi prevista preliminarmente pela teoria de campo médio [1], e posteriormente confirmado por teoria de campo efetivo [2]. Neste trabalho iremos analisar o comportamento tricrítico do mesmo sistema através do estudo das propriedades termodinâmicas utilizando-se a aproximação de Oguchi.

1. J. Ricardo de Sousa, D.F. de Albuquerque e I.P. Fittipaldi, X EFNNE (1992), Recife-PE; submetido a Phys. Lett. A

2. F. Lacerda, J. Ricardo de Sousa e I.P. Fittipaldi, X EFNNE (1992), Recife-PE; submetido a J. Appl Phys.

EST/5ª f/16:45

### INSTABILIDADES EM SEMICONDUTORES FOTO-EXCITADOS: O CASO UNIDIMENSIONAL

Roberto F. S. Andrade, Antonio S. C. Esperidião - Instituto de Física - UFPA  
Roberto Luzzi e Áurea R. Vasconcelos - Instituto de Física Glab Wataghin - UNICAMP

O sistema de infinitas equações que descreve a evolução espaço-temporal dos portadores em uma amostra semicondutora foto-excitada por um laser foi investigado através de análise de estabilidade linear. Em 3-D o sistema é muito complexo, e só foi possível se estudar o caso em que um autovalor real muda de sinal no ponto de bifurcação. Em 1-D é possível se determinar o espectro completo de autovalores, o que permite identificar os diversos tipos de instabilidade. Em  $T=0$  o sistema de equações se desacopla, e a instabilidade é controlada por um conjunto de 8 equações. Os nossos cálculos revelam a existência de uma instabilidade estática, semelhante à que ocorre em 3-D.

EST/5ª f/17:00

### PERCOLAÇÃO POR LIGAÇÃO E OS SÍTIOS PERIFÉRICOS, Mai-Cheng Chao, UFRN

Considerando o problema de percolação por ligação como um exemplo, mostramos a utilidade do número de sítios periféricos por ligação,  $t$ , nos estudos dos problemas de estatística nas redes. Descobrimos que redes duais satisfazendo  $t + t^* = 12$  podem obedecer a mesma curva de estados correspondentes. Baseado neste argumento, obteremos as probabilidades críticas para percolação de ligação para redes duais que satisfazem  $zt = z^*t^*$ , onde  $z$  e  $z^*$  são os números de coordenação.

## Mecânica Estatística

EST/5º/17:30

### THE SPREADING OF DAMAGE IN THE ISING FERROMAGNETIC THIN FILM

I.V. Kozhdestvenky and U.M.S. Costa, Dept. of Physics, University of Western Ontario, Canada N6A 3K7

We study the spreading of damage in  $S=1/2$  Ising ferromagnetic thin films consisting of two and three monolayers. We use Metropolis dynamics to calculate the temperature dependence of the Hamming distance as well as Hamming distance distributions along the Markov chain. For the film with three layers we display the dependence of the above quantities on the localization of the perturbation and the values of the parameters of the exchange interaction within the surfaces, between the surface and bulk spins, and within the middle layer. As well we suggest a new way to introduce damage to the system as the difference in the boundary conditions. We discuss the results of this new approach for the two-dimensional model.

PACS numbers : 75.10.J, 75.40.N, 75.70

EST/5º/17:45

### GREEN FUNCTION THEORY FOR A SINGLE MAGNETIC IMPURITY IN THE TRANSVERSE SPIN 1/2 FERROMAGNETIC ISING MODEL

U.M.S. Costa\* and M.G. Cottam (Department of Physics - University of Western Ontario London, Ontario - Canada - N6A 3K7)

Localized states of a single magnetic impurity in the transverse spin 1/2 ferromagnetic Ising model are studied within a Green function formalism. The localized defect modes associated with the impurity are determined outside the bulk region of excitations for the high-temperature phase. Numerical results for these defect modes are exhibited.

EST/5º/18:00

### O MODELO N-VETORIAL DISCRETO : RELAÇÕES EXATAS ENTRE FUNÇÕES TÉRMICAS E A PROPAGAÇÃO DE DANOS

A. M. MARIZ (1) A. M. C. de SOUZA (2,3) E C. TSALLIS (3)

- (1) DEPARTAMENTO DE FÍSICA - UFRN - CAMPUS UNIVERSITÁRIO , CP 1641 59072-970 , NATAL - RN
- (2) DEPARTAMENTO DE FÍSICA - UFPE - ARACAJU - PE
- (3) CENTRO BRAS. DE PESQUISAS FÍSICAS - CBPF - R. de JANEIRO - RJ

ESTABELECEMOS RELAÇÕES EXATAS ENTRE CERTAS COMBINAÇÕES DOS DANOS, QUE SE PROPAGAM EM UMA REDE ARBITRÁRIA, E GRANDEZAS TÉRMICAS RELEVANTES ( PARÂMETROS DE ORDEM E FUNÇÕES DE CORRELAÇÃO) PARA O MODELO N VETORIAL DISCRETO FERROMAGNÉTICO. ESTAS RELAÇÕES SÃO VÁLIDAS PARA QUALQUER DINÂMICA ERGÓDICA E GENERALIZAM RESULTADOS ANTERIORES OBTIDOS PARA OS MODELOS DE ISING, POTTS E ASHKIN-TELLER.

EST/5<sup>a</sup>f/18:15

## Relações de Escala num Modelo Estatístico para Instabilidades

Lucr S. Lucena e Luciano R. da Silva  
 Departamento de Física da UFRN, Natal  
 Stéphane Roux  
 LPMMH, ESPCL, Paris, França

Propomos um modelo estocástico para a evolução coletiva de uma população de elementos que podem assumir apenas um número finito,  $n$ , de estados (representando, por exemplo, um defeito ou dano)  $d = k/n$  para  $0 \leq k < n$ . A evolução é dada por uma regra probabilística a qual depende apenas de uma função do dano, e diverge para  $d = 1$ . Consideramos principalmente os casos onde uma evolução homogênea (mesmo dano para todos os elementos) é instável. Nosso objetivo é caracterizar o estado final do sistema (i.e. a distribuição estatística do dano) no limite termodinâmico. Uma lei de escala não trivial envolvendo os estados de dano é observada. A variável de escala  $(1-d)n^\beta$  incorpora a dependência em  $n$  para a maior parte das propriedades do modelo. O expoente  $\beta$  é apenas uma função da singularidade da probabilidade, e sua expressão é obtida a partir de um mapeamento num problema de convecção-difusão. A dependência no número de elementos leva a correções logarítmicas. (CNPq FINEP)

EST/6<sup>a</sup>f/09:30

ENTROPIA RESIDUAL DO MODELO DE POTTS NA GAXETA DE SIERPINSKI  
 Roberto F. S. Andrade - Instituto de Física - UFS

Estudamos o modelo de Potts ( $q$  qualquer) na gaxeta de Sierpinski com o método de matrizes de transferência. Ele permite a obtenção de mapas discretos para a energia livre e comprimento de correlação de uma dada geração de construção do fractal. Para estudarmos a entropia residual em diversas situações consideramos que o acoplamento horizontal pode ser diferente dos inclinados. Isto nos permite ter 1, 2 ou 3 ligações antiferromagnéticas em cada triângulo unitário. Os resultados mostram que  $s_0$  é maior quando as três ligações são AF. No limite de grandes valores de  $q$ ,  $s_0$  se aproxima de  $\ln(q)$ . Nos casos com 1 e 2 ligações AF o valor limite é  $[\ln(q)]/3$ .

EST/6<sup>a</sup>f/09:45

DIAGRAMA DE FASES DO MODELO DE ASHKIN-TELLER ANISOTRÓPICO FERROMAGNÉTICO EM REDES HIERÁRQUICAS

CLAUDIONOR GOMES BEZERRA E A. M. MARIZ  
 DEPARTAMENTO DE FÍSICA, UFRN, CAMPUS UNIVERSITÁRIO, CP 1641

ESTUDAMOS AS PROPRIEDADES CRÍTICAS (DIAGRAMAS DE FASES E EXPOENTES CRÍTICOS), DO MODELO DE ASHKIN-TELLER ANISOTRÓPICO FERROMAGNÉTICO, CUJO HAMILTONIANO É DADO POR:

$$H = - \sum_{\langle i,j \rangle} (K_1 \sigma_i \sigma_j + K_2 \tau_i \tau_j + K_3 \sigma_i \tau_j \tau_i)$$

ONDE:  $\sigma_i, \tau_i = \pm 1$ ;  $K_1 + K_2 \geq 0$ ;  $K_1 + K_3 \geq 0$ ;  $K_2 + K_3 \geq 0$   
 E  $|K_1| \geq |K_3|$ .

UTILIZANDO O FORMALISMO DO GRUPO DE RENORMALIZAÇÃO NO ESPAÇO REAL PARA O REFERIDO MODELO EM UMA REDE HIERÁRQUICA, OBSERVAMOS A EXISTÊNCIA DE 4 FASES: PARAMAGNÉTICA (P), FERROMAGNÉTICA (F), INTERMEDIÁRIA (I), JÁ PRESENTES NO CASO ISOTRÓPICO, E UMA FASE (F'), ONDE SOMENTE AS VARIÁVEIS  $\sigma$  SE ORDENAM.

## Mecânica Estatística

EST / 6ª f / 10:00

### O MODELO DE Ashkin-Teller NA REDE DE BETHE

João M. de Araújo e Francisco A. da Costa,  
Departamento de Física - UFRN - 59 072 - 970 NATAL/RN  
E-Mail: FCOSTA FISICA.OPTE.UFRN.BR

O modelo de Ashkin-Teller é estudado na rede de Bethe de coordenação finita  $z$ . O problema é formulado como um mapeamento na árvore de Cayley envolvendo as magnetizações em camadas sucessivas da árvore. Através da análise da estabilidade dos pontos fixos das relações de recorrências obtidas e da energia livre médio da rede, estudamos a forma dos diagramas de fases em função da coordenação da rede.

EST / 6ª f / 10:15

### ABORDAGEM VARIACIONAL PARA O MODELO DE HUBBARD

Claudio A. Macêdo ( Depto. de Física - UFS ), A. Murilo S. Macêdo (Department of Physics - University of Oxford )

Consideramos uma rede hipercúbica com ordem antiferromagnética de longo alcance em banda semicíclica. A partir de uma combinação linear de funções localizadas de Wannier obtida de uma transformação unitária, propomos uma nova função de onda variacional para o estado fundamental do modelo de Hubbard. O método permite o cálculo de muitas quantidades físicas de forma analítica em todos os intervalos de parâmetros e dimensões. Detalhamos resultados para energia total e magnetização do sub-rede, e comparamos com os obtidos por outras abordagens, particularmente o método de Monte Carlo variacional. Verificamos uma concordância muito boa para o regime de forte acoplamento.

EST / 6ª f / 10:30

### MODELO DE ISING COM DILUIÇÃO CORRELACIONADA DE SÍTIOS-LIGAÇÃO REVISITADA

Douglas F. de Albuquerque e J. Ricardo de Sousa  
Departamento de Física-UFPE.

O tratamento do modelo de Ising com diluição correlacionada entre sítios e ligações (SBC) foi recentemente estudada [1] fazendo uso do esquema de grupo de renormalização na aproximação de campo médio (MFRG) [2]. Naquela oportunidade apenas o tratamento a "clusters" pequenos ( $N = 1$  e  $N = 2$  sítios) foram estudados. O aumento do número de sítios em "clusters" é agora abordado. Em particular a mesma estratégia de grupo de renormalização na aproximação de campo médio é aplicada e os resultados comparados com aqueles previstos nos trabalhos da referência [1].

[1] Douglas F. de Albuquerque and J. Ricardo de Sousa, Phys. Lett. A 171 (1992) 421, J. Ricardo de Sousa and Douglas F. de Albuquerque, Phys. Rev. B (aceito para publicação, 1993).

[2] J.O. Indekeu, A. Maritan, and A.L. Stella, J. Phys. A 15, L291 (1982).

## Mecânica Estatística

EST/6ª f/ 11:00

### SISTEMAS APERIÓDICOS DE SPINS

Roberto F. S. Andrade - Instituto de Física - UFPA  
Sílvio R. A. Salinas - Instituto de Física - USP

A investigação de modelos de Ising com interações axialmente competitivas entre primeiros e segundos vizinhos (ANNNI) revelou o aparecimento de fases moduladas periódicas, fases aperiódicas e caóticas. No presente trabalho investigamos o comportamento de dois sistemas onde as interações de segundos vizinhos aparecem de maneira aperiódica, determinada pela lei de formação da curva de Koch. O primeiro sistema é uma cadeia linear, com campos aplicados nos spins das extremidades. O outro sistema é definido em uma árvore de Cayley no limite de coordenação infinita. Os resultados para o primeiro sistema revelam que, a baixas temperaturas, a modulação da magnetização sítio a sítio segue a aperiodicidade ditada pelo modelo, e se anula no interior da cadeia se as condições de contorno dão origem a frustrações. No segundo caso os resultados indicam comportamento bastante rico com presença de fases moduladas e estruturas mais complexas.

EST/6ª f/ 11:15

### ABORDAGEM DE GRUPO DE RENORMALIZAÇÃO AO MODELO DE ISING COM DILUIÇÕES "QUENCHED" DE SÍTIOS E LIGAÇÕES

Douglas F. de Albuquerque e I.P. Fittipaldi  
Departamento de Física-UFPE

O estudo sistemático do esquema de grupo de renormalização na aproximação de campo efetivo (EFG) é aqui usado para tratar interações de primeiros-vizinhos com diluições de sítios e ligações na versão "quenched" [1]. O tratamento segue as idéias de grupo de renormalização na aproximação de campo médio (MFG) [2], mas tendo como base as rigorosas identidades de spins de Ising utilizando a técnica de expansão dos operadores diferenciais. A dependência da temperatura crítica  $T_c(p)$  e as concentrações críticas de átomos magnéticos  $p_c$ , na qual a temperatura de transição se reduz a zero são calculadas para diversas estruturas de redes bi- e tri-dimensionais. Os diagramas de fase resultante das diluições em sítios e ligações são apresentados. Ainda nas versões mais simples de escolhas de "clusters" o método revela a distinção entre os resultados de redes que possuem mesmo número de coordenação mas com geometria ou dimensionalidade diferentes.

- [1] | Douglas F. de Albuquerque and I.P. Fittipaldi, J. Appl. Phys., submetido (38<sup>th</sup> Conference MMM'83).  
[2] | J.O. Indekeu, A. Maritan, and A.L. Stella, J. Phys. A 15, L291 (1982).

EST/6ª f/ 11:30

### MULTIFRACTALIDADE DE SEQUÊNCIAS DE FIBONACCI GENERALIZADAS

André D. Freitas e S. Coutinho  
Departamento de Física-UFPE

As propriedades multifractais de uma classe de seqüências de Fibonacci generalizadas com um parâmetro de controle foi estudada. Esta classe de equações de recursão, definida por um conjunto infinito de seqüências similares à seqüência original de Fibonacci, apareceu pela primeira vez no estudo do modelo de Ising na abordagem do grupo de renormalização no espaço real no esquema de Migdall-Kadanoff. O conjunto de números gerados por estas equações quando são apropriadamente arrumados sobre o intervalo [0,1] fornecem a magnetização local exata do perfil do modelo de Ising em redes hierárquicas, na temperatura crítica. Este perfil tem uma estrutura multifractal e requer um conjunto infinito de expoentes para descrever como suas singularidades são distribuídas. A função  $F(\alpha)$  para a medida definida pelos valores normalizados de um perfil foi numericamente obtida e analisada. Cada valor de  $\alpha$  caracteriza um certo conjunto de números obtidos por uma determinada seqüência com condição inicial arbitrária. O valor exato, mínimo ( $\alpha_{min}$ ) e máximo ( $\alpha_{max}$ ) do espectro são analiticamente calculados. Para um particular valor do parâmetro de controle a seqüência de Fibonacci original com condições iniciais arbitrárias gera um conjunto de números que diverge com o expoente  $\alpha_{min}$ .

EST/6°F/11:45

PROPRIEDADES DE ESCALA DA REDE DE BETHE

Antonio de Pádua, J.A. de Miranda-Neto\* e Fernando Moraes  
Departamento de Física-UFPE

Ao embebermos a rede de Bethe numa superfície não euclidiana, o plano hiperbólico  $H^2$ , podemos associar características bem definidas à sua estrutura, isto induz o estudo de propriedades de escala geométrica em tal ramificação. Analisamos o comportamento do crescimento do volume e superfície nesta estrutura e comparamos com os expoentes topológicos de escala usualmente tratados na rede de Bethe convencional. Estes resultados podem ser utilizados no estudo de sólidos amorfos e de estruturas dendríticas.

\*Endereço atual: Physics Department, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213 USA.

A SBF  
saúda os participantes  
do XI EFNNE



# GT8: FÍSICA NUCLEAR, FÍSICA da ATMOSFERA e GEOFÍSICA

LOCAL: SALA 8

## QUINTA-FEIRA

I SEÇÃO 09:30 - 10:45  
COORD.: Djair Aquino de Lima - UFPB/JP  
SUP.: Sergio José Barbosa Duarte - CBPF

II SEÇÃO 11:15 - 12:00  
COORD.: Mário K. Takeya - UFRN  
SUP.: Maria Marlúcia Santiago - UFC

III SEÇÃO 16:00 - 17:00  
COORD.: Maria Marlúcia Santiago - UFC  
SUP.: Mauro Kyotoku - UFPB/JP

IV SEÇÃO 17:30 - 18:45  
COORD.: Valder N. Freire - UFC  
SUP.: Mauro Kyotoku - UFPB/JP

NUC / 5ª f / 09:30 SOLUÇÃO NUMÉRICA DA EQUAÇÃO DE BCS PROJETADA

Emílio C. Lopes e Mauro Kyotoku  
 Depto. de Física - CCEN - UFPB

Sabemos que, a melhor forma de se efetuar o processo variacional em esquemas que restaurem a quebra de simetria, é efetuar a projeção em primeiro lugar e depois o cálculo variacional. Este procedimento, é conhecido como variação depois da projeção, foi denominado BCS com partículas fixas (Fixed BCS - FBCS) e a equação obtida foi [1]

$$\left( I_B \tilde{I}_B - I_B \tilde{I}_0 \right) (\ell, -\Omega, \tau^2) = 0. \quad \text{Onde} \quad I_B = \sum_{\ell, m} \left( \prod_{\nu \neq \ell} B_\nu \right) \left\{ \sum_{\tau} 2\mathcal{L}_\ell \ell_\tau - G \sum_{\ell'} \frac{\Omega_{\ell'}}{u_{\ell'}^2} (\Omega_{\ell'} - \ell_\tau) \ell_\tau \right\} e$$

$$I_0 = \sum_{\ell, m} \left( \prod_{\nu \neq \ell} B_\nu \right) \quad \text{com} \quad B_\nu = \left( \frac{\Omega_\nu}{\ell_\nu} \right) (u_\nu^2)^{\Omega_\nu - \ell_\nu} (v_\nu^2)^{\ell_\nu}$$

onde somatório atua sobre todos os  $\ell_p$  ( $p = 1, \dots, m$ ; com  $m$  sendo o número de orbitais da base esférica) com a condição que  $0 \leq \ell_p \leq \Omega_p$ , com  $\Omega_p = p + 1/2$  a semi-degenerescência do nível  $p$  e  $\ell = \sum \ell_p$

Neste trabalho, foi resolvido numericamente esta equação variacional de BCS projetada em número de partículas e os primeiros resultados serão apresentados nesta conferência.

[1] M. Kyotoku, K.W. Schmid, F. Grümmer and A. Faessler, Phys. Rev. C 41, 284 (1990)

NUC / 5ª f / 09:45 MODELO EFETIVO DE GOTA LÍQUIDA PARA DECAIMENTOS EXÓTICOS NUCLEARES. Marcollo Gomes Gonçalves\*, Sérgio José Barbosa Duarte; \*Fundação de Ensino de São João del Rei-FUNREI; Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas-CBPF.

No presente trabalho é proposto um modelo para a descrição da fase molecular de separação dos fragmentos nos processos de desintegrações nucleares raras. Neste modelo, a interação coulombiana entre os fragmentos em formação é determinada pela solução exata da equação de Poisson para a distribuição de carga do sistema. A interação nuclear está representada pela inclusão de um potencial de superfície, similar ao do modelo de gota líquida para fissão. O cálculo da penetrabilidade de barreira para a determinação das taxas de decaimento é reduzido a um tratamento unidimensional com auxílio de condições de vínculos que caracterizam o sistema dinuclear nesta fase. A expressão da massa efetiva do sistema é determinada na aproximação do Werner-Wheeler para o campo de velocidade no escoamento do fluido nuclear.

O modelo mostrou-se muito bem sucedido no cálculo das meias vidas de decaimentos raros e para a meia vida de desintegração alfa.

NUC / 5ª f / 10:00 REAÇÕES DOS NÚCLEOS DE CARBONO E OXIGÊNIO POR FÓTONS DE ENERGIAS INTERMEDIÁRIAS.

W.C. Milongem\*, G. Cardoso\*\* e D.A. Lima.

Departamento de Física/CCEN/UFPB

\*Departamento de Física/CCET/UFMT-78100-000 CUIABÁ-MT

\*\* In memoriam.

São estudadas as desintegrações dos núcleos de oxigênio e carbono induzidas por fótons de bremsstrahlung de energias máximas: 0,8; 1,0; 1,4 e 1,8 GeV. Os núcleos alvins fazem parte da estrutura do polímero CR-39, também usado como detector. A dose de radiação típica foi da ordem de  $10^{13}$  equivalente quanta/cm<sup>2</sup>. O baixo limiar de registro do polímero torna-o capaz de registrar traços dos fragmentos destas reações. Estes detectores foram atuados por uma solução de NaOH 0,25N 60°C durante duas horas com a finalidade de tornar os traços visíveis no microscópio óptico. A teoria de desintegração nuclear e a análise dos traços observados permitem obter seções de choque de reações como:  $\gamma + O^{16} = 2n + 2p + 3He^4$  e  $\gamma + C^{12} = 2n + 2p + 2He^4$ . Os resultados preliminares referentes a primeira reação indicam para a energia de 0,8 GeV um rendimento de  $(0,9 \pm 0,1) \cdot 10^3$  pb.

## Física Nuclear, Física da Atmosfera e Geofísica

### NUC / 5ª F / 10:15 REAÇÃO NUCLEAR PELO MÉTODO DE MONTE CARLO M. FOSHINA

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Foi desenvolvido um programa de computador, utilizando o método de Monte Carlo, para simular uma reação nuclear, induzida por um fóton de energia no intervalo entre, aproximadamente, 30 a 150 MeV. A interação é considerada se iniciar pela absorção do fóton por um quase-deuteron. A reação é descrita pelo formalismo de Serber<sup>1</sup>, ou seja, ocorre em duas etapas: a fase rápida e a lenta. Da 1ª fase onde se dá a cascata intranuclear, obtêm-se o rendimento de reações diretas e o número de núcleos excitados com sua energia média de excitação, bem como o número médio de nucleons emitidos; da 2ª fase, ou seja da desexcitação do núcleo residual, obtêm-se os rendimentos de espalção e de fissão.

Os resultados obtidos por este programa mostraram uma boa concordância com os dados obtidos experimentalmente por outros autores<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Serber, R., Phys. Rev. 72, (1974) 1114

<sup>2</sup> Martins, J. B. et al., Phys. Rev. 43, (1991) 354

### NUC / 5ª F / 10:30 FISSIONABILIDADE NUCLEAR POR SIMULAÇÃO USANDO O MÉTODO DE MONTE CARLO.

E. J. G. Brennand

Faculdade de Ciências e Tecnologia/UEPB-58100, C. Grande-PB

D. A. Lima

Departamento de Física/CCEN/UFPB-58069-970, J. Pessoa-PB

O presente trabalho tem como objetivo a avaliação das fissionabilidades de núcleos de massa intermediária, através de simulação usando o método de Monte Carlo. O modelo de cascata- evaporação nuclear é utilizado para compor este processo de cálculo. As fissionabilidades dos núcleos de Al, Ti, Co, Zr, Nb, Ag, In, Nd, Sm e Ta obtidas anteriormente pelo nosso grupo são utilizadas para ajustar os parâmetros de densidade de níveis a valores que reproduzam os resultados existentes. Os valores, assim obtidos, possibilitam a avaliação de fissionabilidades ainda desconhecidas de núcleos vizinhos.

### NUC / 5ª F / 10:45

REAÇÕES EM NÚCLEOS DE CARBONO E OXIGÊNIO INDUZIDAS POR FOTONS MONOCROMÁTICOS DE 70 MeV.

M. A. A. LINS

Depto. de Física, CENP/UFPR-81000-000, C. Grande, PB

e D. A. LIMA

Depto. de Física, CCEN/UFPB-58069-970, J. Pessoa, PB

NO ESTUDO DAS REAÇÕES EM NÚCLEOS DE CARBONO E OXIGÊNIO INDUZIDAS POR FOTONS DE BAIXA ENERGIA, ESTES NÚCLEOS FORAM BOMBARDEADOS COM FOTONS MONOCROMÁTICOS DE 70 MeV OBTIDOS DO LAXO ROMA. AS REAÇÕES EM ESTES NÚCLEOS QUE ENTREM NA CONDIÇÃO DO POLÍMERO CR-39 DEIXAM TRACOS EM SEU MATERIAL QUE TAMBÉM É USADO COMO DETECTOR. PARÁ TORNAR-LOS UTILIZÁVEIS AO INTERESSE DO NÚCLEO O DETECTOR É SUBMETIDO A UM ATAQUE QUÍMICO COM BASE NaOH 10% COM BASE NA TEORIA DA DESINTEGRAÇÃO INDUZIDA. ESTE ATQUE RESULTA EM REAÇÕES DOS TIPOS:  $\gamma + C^{12} = 1p + C^{11}$ ,  $\gamma + C^{12} = 2p + C^{10}$ ,  $\gamma + C^{12} = 3p + C^9$ ,  $\gamma + O^{16} = 1p + O^{15}$ ,  $\gamma + O^{16} = 2p + O^{14}$ ,  $\gamma + O^{16} = 3p + O^{13}$ . A ANÁLISE DE ESTES TRACOS É FEITA ATRAVÉS DE FENÔMENOS DAS REAÇÕES NA 4ª TEM.

## Física Nuclear, Física da Atmosfera e Geofísica

FAG/5ª F/11:15

### ANISOTROPIA DA CROSTA SUPERIOR NA REGIÃO DE J. CÂMARA (RN) DETETADO ATRAVÉS DO REGISTRO DE ONDAS SISMICAS

Mario K. Takeya - Departamento de Física Teórica e Experimental/UFRN  
Robert G. Pearce - University of Edinburgh

Entre maio de 1987 a abril de 1988 uma rede telemétrica composta de nove estações sismográficas foi instalada na região de João Câmara, Estado do Rio Grande do Norte. A rede foi composta por oito estações de componente vertical e por uma estação de tres componentes. O principal objetivo da rede foi investigar o padrão espaço-temporal da sismicidade na falha de Samambala. A estação de tres componentes, identificada pelo código JCAZ foi instalada próximo ao centro da rede com a intenção de identificar a possível ocorrência do fenômeno da dupla refração nas ondas de cisalhamento (ondas S) provenientes de sismos que ocorriam naquela área. A hipótese da Extensive Dilatancy Anisotropy (EDA) sugere que o alinhamento preferencial dos poros ou micro-poros é determinado pelas tensões existentes nas rochas de forma que estas se comportam como um meio efetivamente anisotrópico para as ondas sísmicas. O mencionado fenômeno, foi observado na chegada da primeira onda S em todos os eventos registrados pela estação JCAZ. Entretanto, a direção de polarização da onda S para estes eventos esta na direção norte-sul o que não concorda com a hipótese EDA para um esforço compressivo máximo na direção leste-oeste inferido pela solução do plano de falha. Neste trabalho são apresentadas hipóteses alternativas.

FAG/5ª F/11:30

### REDE SISMOGRÁFICA DE OITO ESTAÇÕES DIGITAIS INSTALADAS NAS REGIÕES DE JOÃO CÂMARA E BENTO FERNANDES (RN)

Pearce, R.; Voss, S.; Costa, J.M. e Takeya, M.K.\*

- \* Universidade de Edinburgh
- \*\* Depto. de Física da UFRN

Em convenio entre o Departamento de Física da UFRN e a Universidade de Edinburgh foi instalada nas regiões de João Câmara e Bento Fernandes (RN) uma rede de oito estações digitais com tres componentes (tipo PDAS), visando dar prosseguimento aos estudos da atividade sísmica que vem ocorrendo nestas regiões desde 1986. Esta rede visa principalmente ao estudo da anisotropia da onda de cisalhamento na parte sul da Falha de Samambala. A birrefringência ou desdobramento das ondas de cisalhamento ("shear wave splitting") são pequenas diferenças observadas no tempo de percurso das ondas de cisalhamento ortogonalmente polarizadas que surgem devido a alguma forma de anisotropia do material do meio. Neste trabalho serão apresentados o princípio de funcionamento desta rede e alguns resultados preliminares obtidos até o momento.

FAG/5ª F/11:45

### IMPACTO AMBIENTAL DO VINHOTO PELO ESCOAMENTO NA CAMADA NÃO SATURADA DO SOLO, Vanessa B. Mendes, Carla M. S. V.

Silva, Marlucia F. Santiago. Deptº de Física - UFC

O vinhoto é um resíduo da destilação do álcool gerado na proporção de 13 litros para cada litro de álcool produzido. Por possuir na sua composição, matéria orgânica e potássio, vem sendo largamente utilizado como fertilizante para cana de açúcar. Usamos o modelo de transporte de massa em uma dimensão para acompanhar o deslocamento da frente de concentração do vinhoto na zona não saturada do solo. Consideramos no modelo, o processo de adsorção de cálcio, magnésio, potássio, fosfato e metais pesados presentes no vinhoto. O uso em excesso pode permitir que a frente de concentração atinja o lençol freático, contaminando-o.

## Física Nuclear, Física da Atmosfera e Geofísica

FAG/5º f/12:00

TRANSPORTE DE MASSA EM UMA DIMENSÃO NA ZONA NÃO SATURADA DO SOLO. Natasha A. de Oliveira, Carla M. S.V. Silva, Marlúcia F. Santiago. Deptº de Física - UFC

Desenvolvemos um software para simular o uso de um traçador para marcar o transporte de massa através da camada não saturada do solo, considerando processos de dispersão, adsorção, degradação e decaimento radioativo no caso de radiossótopo. Esta simulação é importante para determinar o perfil de poluição do solo e da água subterrânea.

FAG/5º f/16:00

CORRELAÇÕES ENTRE MEDIDAS ISOTÓPICAS, MEDIDAS HIDROQUÍMICAS E PARÂMETROS HIDRÁULICOS. Carla M. S. V. Silva, Marlúcia F. Santiago, Horst Frischkorn, Josué Mendes Filho. Deptº de Física - UFC

Utilizamos amostras de águas de poços coletadas em três áreas distintas para medir a concentração de carbono-14, a condutividade, as concentrações de bicarbonatos, sulfatos, cálcio e magnésio e compará-las com parâmetros hidráulicos dos poços. As correlações entre os valores isotópicos, químicos e hidráulicos permitiram identificar diferentes áreas de recarga e distinguir condições de armazenamento subterrâneo.

FAG/5º f/16:15

OTIMIZAÇÃO DE UMA LINHA DE QUEIMA PARA DATAÇÃO COM CARBONO-14. R. Ricardo M. da Cunha, Horst Frischkorn, Marlúcia F. Santiago. Departamento de Física - UFC

No laboratório do carbono-14 da UFC, a preparação de amostras para datação pelo método do radiocarbono é feita transformando-as em CO<sub>2</sub> e a seguir em acetileno, medindo sua atividade em contadores proporcionais a gás. Retiramos o CO<sub>2</sub> de amostras de carvão e madeira através da queima em um sistema fechado para evitar contaminação com o CO<sub>2</sub> da atmosfera. Nesse processo surge problemas como o aumento da pressão de oxigênio na linha e o congelamento do mesmo nas armadilhas juntamente com o CO<sub>2</sub>. Para evitar estes problemas, modificamos a linha de preparação e melhoramos o tratamento das amostras antes da queima. O novo sistema permite fazer um bombeamento lento sobre o CO<sub>2</sub> produzido e impede elevadas pressões na linha. Estas melhorias possibilitam reações de queima mais seguras evitando possíveis explosões.

## Física Nuclear, Física da Atmosfera e Geofísica

FAG/5ºf/16:30

CONDIÇÕES DE FLUXO LAMINAR PARA O MELHOR APROVEITAMENTO DE POÇOS TUBULARES. N. Quesado Júnior, Alfredo N. C. Serejo, Marlucia F. Santiago. Deptº de Física - UFC

As melhores condições de produção de um poço tubular são obtidas quando o bombeamento produz um fluxo laminar. Identificamos o regime de fluxo laminar pelo número de Reynolds determinado em função das velocidades de fluxos no pré-filtro e nos filtros. Estas velocidades têm valores limites acima dos quais o fluxo deixa de ser laminar e são proporcionais ao coeficiente de permeabilidade. Utilizamos este método para determinar a capacidade de produção de poços tubulares no aquífero Missão Velha, no Ceará.

FAG/5ºf/16:45

DETERMINAÇÃO DE TEMPO DE TRÂNSITO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA POR CORRELAÇÃO CHUVAS VAZÃO DE FONTES. Diana S. Campos Vaneza Mendes, Horst Frischkorn, Marlucia F. Santiago. Deptº de Física - UFC

Comparamos o conjunto de dados mensais de vazões normalizadas com o conjunto de dados pluviométricos também mensais e normalizados para determinar a defasagem entre os dois conjuntos de dados. Aplicamos este método para as fontes Bom Jesus e João Coelho, em Barbalha. A defasagem encontrada corresponde ao tempo de trânsito da água na Formação Exu. O desenvolvimento de um software permitiu comparar dados de vazões com precipitações do mesmo ano e do ano anterior.

FAG/5ºf/17:00

USO DOS MODELOS DE THEIS e JACOB NA DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES DO AQUIFERO MISSÃO VELHA. Moisés A. C. Branco, Alfredo N. C. Serejo, Marlucia F. Santiago. Deptº de Física - UFC

Utilizamos os modelos de Theis e de Jacob para determinar os coeficientes de armazenamento e de transmissividade em aquíferos confinados e livres, desenvolvendo um software que usa as três primeiras e as três últimas medidas de rebaixamento do teste de vazão. O coeficiente de armazenamento representa o volume de água que sai ou entra no aquífero por unidade de área horizontal e por unidade de rebaixamento. O coeficiente de transmissividade representa a vazão de água que escoou através de uma faixa vertical de largura unitária e espessura igual a da camada saturada quando o gradiente é igual a um. Determinamos os dois coeficientes do aquífero Missão Velha utilizando testes de vazão em três poços no município de Nova Olinda.

FAG / 5º F / 17:30

**INFLUÊNCIA DO AQUECIMENTO NA CLIMATIZAÇÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA**

**RIBEIRO, J.W., SILVA, A.P., MATOS, F.F.S. E SOUSA, A.O.-UFC**

A radiação solar e a circulação de ar sobre Fortaleza se apresentam como das mais intensas do país.

Estudam-se os efeitos de transferência simultânea de calor e massa e suas implicações na composição geométrica dos edifícios e meio-ambiental metropolitana. Propõem-se medidas para melhoria da climatização.

FAG / 5º F / 17:45

**COEFICIENTES DE CONDENSAÇÃO E ACOMODAÇÃO TÉRMICOS ( $H_2O$ ): INCERTEZAS E IMPLICAÇÕES NA EVOLUÇÃO INICIAL DO ESPECTRO DE GOTÍCULAS EM NUVENS QUENTES**

**Alfêgio A. Coelho e Valéria N. Ejeife**

Laboratório de Física de Nuvens, Departamento de Física - UFC

Um estudo teórico da influência de variações dos coeficientes de condensação e acomodação térmicos de vapor d'água em água líquida no processo de condensação EBH apresentado, desde que incertezas experimentais nos valores dos mesmos extendem-se por cerca de duas ordens de grandeza (1-0.01 no caso do coeficiente de absorção). Um modelo de parcela detalhado para o processo de condensação é utilizado para 60 classes de gotículas, inicialmente condensadas em uma dada distribuição de aerosol. Mostra-se que pequenos coeficientes de absorção (0.01) são capazes de modificar razoavelmente o processo de crescimento de gotículas por condensação, inclusive produzindo a ativação de novas classes. A super-saturação macroscópica cresce com a diminuição do coeficiente de absorção, enquanto a ativação desloca-se para núcleos mais elevados. Finalmente, enquanto o número médio da distribuição diminui com o coeficiente de absorção, sua variância tem comportamento contrário, muito embora ela devesse continuamente após a ativação.

FAG / 5º F / 18:00

**A INFLUÊNCIA DE NÚCLEOS DE CONDENSAÇÃO E VELOCIDADES DE ASCENÇÃO NA VALIDADE DO ESQUEMA DE PARAMETRIZAÇÃO  $k^2$  DO PROCESSO DE CONDENSAÇÃO**

**Valéria N. Ejeife e Jean-Louis Brénguier**

Laboratório de Física de Nuvens, Departamento de Física - UFC

Um modelo de parcela detalhado do processo de condensação, incluindo tensão superficial e efeitos da dissolução de sais, é usado para o estudo da validade de uma parametrização baseada na equação simplificada do crescimento de gotículas, o esquema  $k^2$ . Espectros são obtidos no esquema  $k^2$  a partir da distribuição de gotículas no nível de ativação, e da razão de mistura da água condensada via translação do espectro inicial no espaço  $r^2$ . Os espectros obtidos do modelo detalhado são então comparados com os espectros transladados. Quatro distribuições simplificadas de núcleos de condensação atmosféricos são testadas, assim como velocidades de ascensão entre 0.5m/s e 3.0m/s. É mostrado que o esquema de parametrização  $k^2$  satisfaz para a descrição do processo de condensação em modelos de nuvens, exceto quando a propensão dos núcleos de condensação de maiores dimensões na distribuição dos núcleos de condensação atmosféricos é extremamente elevada.

FAG/5<sup>o</sup>f/18:15

PROPRIEDADES ÓTICAS DE NUVENS DURANTE O PROCESSO DE CONDENSAÇÃO

Valdeir N. Fieire

Laboratório de Física de Nuvens, Departamento de Física - UFC

Nós calculamos a evolução temporal do coeficiente de absorção  $k_{abs}(\lambda, t)$ , do coeficiente de extinção  $k_{ext}(\lambda, t)$  e do fator de assimetria  $g(\lambda, t)$  durante o processo de condensação, para comprimentos de onda  $3.0 \mu m < \lambda < 25.0 \mu m$ . Eles são obtidos através do cálculo da função de distribuição  $n(r)$  para 200 classes de gotículas, todas com raio entre  $0.1 \mu m$  e  $10.0 \mu m$ , e que crescem por condensação de vapor d'água atmosférica. Quatro distribuições de núcleos de condensação são utilizadas, bem como velocidades de ascensão entre  $0.5 m/s$  e  $5.0 m/s$ . Mostramos que as propriedades óticas na região espectral estudada variam fortemente logo após a ativação, e que estas variam com a progressão do processo de condensação. Concluímos que o uso de funções de distribuição específicas (Gamma, Lognormal, Gama modificada, etc) para representar o espectro de gotículas em nuvens em diferentes níveis deve produzir resultados de valor limitado.

FAG/5<sup>o</sup>f/18:30

CALIBRAÇÃO DE UM CONTADOR DE NÚCLEOS DE CONDENSAÇÃO DE NUVENS

Carlos Jacinto de Oliveira<sup>1,2</sup>, José Carlos Parente de Oliveira<sup>2</sup> e Gabor Vail<sup>3</sup>

1. Departamento de Física e Química - Universidade Estadual do Ceará.
2. Departamento de Física - Universidade Federal do Ceará.
3. Department of Atmospheric Science - University of Wyoming.

Calibrações foram feitas para as tensões de saída de um fotodetector de uma câmera de difusão estática pela comparação dos sinais de tensão do detector com as contagens visuais do número de gotas que se desenvolveram no interior da câmera. As calibrações cobrem o intervalo de supersaturações de 0,3% a 1,0%, e para cada supersaturação foi encontrado que a concentração de núcleos de condensação de nuvens (CCN) é proporcional às saídas do fotodetector. Foi encontrado que, durante a ativação e crescimento das gotas, o tempo do sinal do pico de tensão corresponde ao tempo no qual a contagem visual das gotas é um máximo dentro do volume de amostragem. O uso de um sinal de tensão médio sobre um período do tempo contendo a posição média do pico fornece um valor ligeiramente melhor para a concentração de gotas que aquele fornecido pelo valor de pico. As equações de calibração aqui obtidas não específicas para o contador de CCN usado na obtenção dos dados. Também, as constantes de calibração obtidas não são de validade geral, uma vez que elas são dependentes do tipo de aerossol utilizado como CCN.

FAG/5<sup>o</sup>f/18:45

PRECIPITAÇÃO EM FORTALEZA ENTRE 1974 E 1987

G.P.de Almeida, J.B.V.Leal e A.J.C.Sampaio

Um levantamento da precipitação na região urbana do Município de Fortaleza foi feito e analisado, foram considerados os dados da estação controlada pela FUNCEME. Inicialmente apenas os dados da precipitação foram analisados, estamos tentando completar o trabalho com dados de temperatura e umidade.



# GT9: COSMOLOGIA, ASTROFÍSICA e GRAVITAÇÃO

LOCAL: SALA 3

## QUINTA-FEIRA

I SEÇÃO 16:00 - 17:00

COORD.: Carlos Alberto P. de Almeida - UFC

SUP.: Dionísio Bazeia - UFPB/JP

II SEÇÃO 17:15 - 18:15

COORD.: Carlos Alberto P. de Almeida - UFC

SUP.: Dionísio Bazeia - UFPB/JP

## SEXTA-FEIRA

III SEÇÃO 09:30 - 10:30

COORD.: José Ademir Sales de Lima - UFRN

SUP.: Carlos Romero - UFPB/JP

IV SEÇÃO 11:00 - 12:00

COORD.: José Ademir Sales de Lima - UFRN

SUP.: Carlos Romero - UFPB/JP

V SEÇÃO 16:00 - 17:00

COORD.: Mário Everaldo de Souza - UFS

SUP.: Valdir Barbosa Bezerra - UFPB/JP

CAP/5ª f/16:00

**SUPERÁLGEBRAS HETERÓTICAS EM TEORIAS TOPOLÓGICAS**

Carlos Alberto S. Almeida - UFC

Em três e quatro dimensões espaço-temporais, a álgebra usual da supersimetria não é válida quando consideramos soluções topológicas. Na realidade, esta álgebra é estendida, passando a conter cargas centrais, as quais revelam-se idênticas às cargas topológicas. No entanto, as conclusões acima não se aplicam, em geral, para  $D=2$ . Estudamos, em particular, as supersimetrias do tipo (1,0) e (2,0) em  $D=2$ .

CAP/5ª f/16:15

**INVARIÂNCIA DE GAUGE EM SISTEMAS DE CHERN-SIMONS**

D. Bazeia - Departamento de Física/UFPB

Investigamos a invariância de gauge em sistemas de Chern-Simons. Como um resultado preliminar, mostramos explicitamente que as identidades que garantem a invariância de gauge do potencial efetivo independem da renormalização da teoria.

CAP/5ª f/16:30

**SETORES TOPOLÓGICOS E SUPERSIMÉTRICOS VIA O KINK DA TEORIA AUTO-DUAL DE CHERN-SIMONS**

R. de Lima Rodrigues

Universidade Federal da Paraíba-UFPB-Campus V, Centro de Formação de Professores, Departamento de Ciências Exatas e da Natureza, Cajazeiras-PB, CEP 58.900-000 (e-mail: condf176@brufpb)

O kink de uma teoria é o sóliton em (1+1)-dimensões. Ele é a solução estática, de energia finita e classicamente estável da equação de movimento. A teoria auto-dual de Chern-Simons tem sido abordada em (2+1)-dimensões. Nesta comunicação, construímos o kink dessa teoria, para o campo escalar de Chern-Simons em (1+1)-dimensões. E investigaremos os respectivos aspectos topológicos e supersimétricos.

## Cosmologia, Astrofísica e Partículas

CAP/5ª f/16:45

NOVOS POTENCIAIS ISO-ESPECTRAIS VIA O SUPERSÓLITON  
DA TEORIA DE SINE-GORDON EM (1+1)-DIMENSÕES

R. de Lima Rodrigues

Universidade Federal da Paraíba-UFPB-Campus V, Centro de Formação de  
Professores, Departamento de Ciências Exatas e da Natureza,  
Cajazeiras-PB, CEP 58.900-000 (e-mail: cendf176@ufpb)

Iniciando com a Lagrangiana do supersoliton de Sine-Gordon em 1+1-dimensões, envolvendo um campo bosônico " $\phi$ " e um campo fermiônico " $\psi$ ", obtemos o Hamiltoniano e as supercargas da mecânica quântica supersimétrica em (0+1)-dimensão. Em seguida, através de duas transformações SUSY sucessivas, construímos um novo potencial iso-espectral com o potencial correspondente ao da teoria de Sine-Gordon. Invertendo o processo acima, vemos que este novo potencial nos fornece um novo modelo de teoria de campos em (1+1)-dimensões.

CAP/5ª f/17:00

ANÁLISE ESTRUTURAL DA TEORIA QUÂNTICA RELATIVÍSTICA DE  
PARTÍCULAS LIVRES DE SPIN-1/2 SEM MASSA - Eduardo Silva Moreira Lima  
(Universidade Federal do Ceará), Maria Carolina Nemes (UFMG) - Analisa-se a estrutura da Teoria Quântica Relativística de Partículas livres, de spin-1/2, sem massa, obtida utilizando-se uma abordagem análoga à de Dirac, para a obtenção da Mecânica Quântica Relativística de partículas massivas, comparando-a com a estrutura da Teoria Eletromagnética Clássica, no vácuo, sem fontes, escrita em termos de uma notação matricial não-usual. O principal resultado é a verificação de uma semelhança entre as estruturas das duas teorias comparadas, levando à conclusão de que o campo associado ao neutrino, dentro de um contexto da Teoria Quântica de Campos, obedece equações com a mesma estrutura das Equações de Maxwell.

CAP/5ª f/17:15

CORDÕES CÓSMICOS NA TEORIA DE BRANS-DICKE.

A. de Barros (UFRR)  
C. Romero (UFPB)

Discutimos a possibilidade de se obterem soluções na teoria de Brans-Dicke associadas à existência de cordões de matéria no espaço-tempo.

Partimos da hipótese de que essas estruturas, além de serem estáticas, são dotadas de simetria cilíndrica.

## Cosmologia, Astrofísica e Partículas

CAP/5º f/17:30

### INTERAÇÃO COULOMBIANA NO ESPAÇO CÔNICO

Eugênio R. B. de Mello - Departamento de Física/UFPP

Estudamos a interação Coulombiana entre duas partículas carregadas num espaço cônico para o caso específico em que  $\delta\varphi = \pi$  (deficite angular). Mostramos que é possível separar o estudo destas duas partículas em sistemas de referência "centro-de-massa" e "coordenada relativa" e, calculando as energias nos dois sistemas hamiltoniano, podemos observar como a conicidade influi nos níveis de energias quando comparados com o caso ordinário, i.e.,  $\delta\varphi = 0$ .

CAP/5º f/17:45

### EFEITOS FÍSICOS DA CONICIDADE

Ijanillo G. de Araújo\* e V. P. Bezerra\*\*

\*Depto de Matemática, Universidade Federal de Roraima  
Boa Vista, RR

\*\*Depto de Física, Universidade Federal da Paraíba  
João Pessoa, Pb.

Estudamos os efeitos da conicidade do espaço-tempo sobre os estados físicos de uma partícula espinorial carregada. Mostramos as dependências direta e indireta das grandezas físicas envolvidas, com a conicidade.

CAP/5º f/18:00

### ESTUDO DO LEPTON $\tau$ NO DELPHI

Fernando Marroquim Leão de Almeida Junior

Instituto de Física

Universidade Federal do Rio de Janeiro

O detector DELPHI, um dos quatro grandes detectores instalados no anel de colisões de elétrons e pósitrons (LEP) situado no CERN, possui uma excelente identificação de partículas o que permite um estudo detalhado do processo  $Z^0 \rightarrow \tau^+ \tau^-$ . A assinatura clara deste processo faz com que o estudo desta reação seja adequado para diferentes finalidades. É apresentando critérios de seleção de eventos, eficiência, estimativa de "background" e resultados sobre a seção de choque, da assimetria frente-trás entre outros.

## Cosmologia, Astrofísica e Partículas

CAP/5ª f/18:15

"ENSAIO SOBRE UM UNIVERSO EM TRANSFORMAÇÃO" - LEOPOLDI-

NO DOS SANTOS FERREIRA - DEPARTAMENTO DE FÍSICA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ.

A hipótese do Big Bang parece restritiva no sentido de um universo enigmático, onde espaço, tempo e matéria surjam a partir de uma singularidade com densidade e temperatura infinitas. Neste trabalho se tenta dar uma definição do universo e se introduz o conceito de uma região limitada na qual uma partícula pode ter velocidade maior que a velocidade da luz no vácuo (um hipotético Tachyon). Como a energia da partícula torna-se imaginária, além da singularidade  $v = c$ , sugere-se um efeito túnel através dessa região. Usa-se um potencial delta para se mostrar alguns exemplos.

CAP/6ª f/09:30

### THERMODYNAMIC PROPERTIES OF THE QUANTUM VACUUM

J. A. S. de Lima (UFPA)  
A. Maia Junior (UNICAMP)

Some thermodynamic relations for the vacuum state have been derived by assuming that it behaves like a relativistic perfect simple fluid. Unlike the usual fluids, the vacuum becomes hotter when it undergoes an adiabatic expansion ( $TV^{-1} = \text{const}$ ). A new Lorentz invariant spectrum for the vacuum is also suggested which is compatible with the usual state equation  $p = -\rho$  and the others thermodynamic constraints. Some implications of these results have been discussed.

CAP/6ª f/09:45

### CONSEQUÊNCIAS OBSERVACIONAIS DE UM TERMO COSMOLÓGICO VARIANDO NA FORMA $\beta H^2 + \alpha H^{-n}$

J. A. S. Lima (UFPA) e J. M. F. Maia (UFPA)

Propomos uma nova lei fenomenológica para o termo cosmológico e sua influência sobre a evolução do universo é investigada. Neste modelo podem ser encontradas soluções analíticas não singulares, universos abertos recollapsantes e modelos fechados que expandem indefinidamente. Modelos com o parâmetro de densidade  $\Omega_0 < 2/3$  e idades maiores do  $H_0^{-1}$  podem ser obtidos. Mostra-se também que expressões cinemáticas como as relações distância-luminosidade e distância de diâmetro angular como função do *redshift* são significativamente modificadas.

## Cosmologia, Astrofísica e Partículas

### CAP/6<sup>o</sup>F/10:00 MODELOS COSMOLÓGICOS DO TIPO SZEKERES COM UM TERMO $\Lambda$ VARIÁVEL.

J.A.S. Lima (Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Dept<sup>o</sup> de Física).

M.A.S.Nobre (Universidade Federal da Paraíba - Dept<sup>o</sup> de Física).

Uma nova classe de soluções cosmológicas não homogêneas com um termo  $\Lambda$  variável é obtida. Os modelos generalizam as soluções parabólicas do tipo Szekeres, as soluções com mistura de dois fluidos de Lima e Tionno e os modelos de Barrow com  $\Lambda$  constante. Um estudo da evolução temporal desses modelos mostra que para grandes valores do tempo cosmológico eles tendem para os universos do tipo FRW.

### CAP/6<sup>o</sup>F/10:15 HIERARCHICAL GALACTIC DYNAMO AND SEED MAGNETIC FIELD PROBLEM Alexander Lazarian - DAMTP/Univ. Cambridge (UK)

A new approach to the galactic seed magnetic field problem is briefly discussed. It is shown that, on earlier stages of galactic evolution, the hierarchical agglomeration and fragmentation processes can account for the generation of dynamically important magnetic field. The amplification of the field follows an inverse cascade since non-zero average value of the field amplified on a smaller scale serves as a seed field on the next (earlier) hierarchical scale. In such a scenario, a problem of how to get things started never occurs as any infinitesimally small battery generated seed field (Lazarian 1992) can be efficiently amplified passing through a sufficient number of amplification cascades.

### CAP/6<sup>o</sup>F/10:30 MAGNETIC FIELD OF MOLECULAR CLOUDS

Alexander Lazarian - DAMTP/Univ. Cambridge (UK)

Although it is known that magnetic fields are important for explaining stability and dynamics of the molecular clouds, many questions remain open. In this work we address the following problems: 1) Role of magnetic field in the formation of molecular clouds and filaments; 2) The process of dynamo generation in molecular clouds and formation of the magnetic field of molecular clouds through reconnection processes of the large scale magnetic field lines; and 3) Turbulence in molecular clouds and dynamics of the magnetic flux tubes. It is shown that magnetic field not only supports molecular clouds but in some cases contracts them. Turbulence and convection in molecular clouds results in the intermittent structure of the magnetic fields. Thus molecular clouds lose their magnetic field not only through ambipolar diffusion, but through escape of the individual magnetic flux tubes as well. These and other related questions are discussed in this work.

CAP/6º f/11:00

A q-DEFORMATION OF THE GENERALIZED  
OSCILLATOR OF WIGNER

J. Jayaraman, Departamento de Física (CCEN), Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa (PB), 58.059-970; FAX (083)224 4496; E-mail: ccndf51@brufpb

There has recently been a spurt of interest in the study of quantum groups which generalise the usual groups. The q-deformation of a fundamental quantum system, the usual one-dimensional harmonic oscillator, leads to the introduction, as is well-known, of the q-creation and the q-annihilation operators  $A_q^\pm$  that satisfy the q-commutation relation  $[A_q^-, A_q^+]_q = A_q^- A_q^+ - q A_q^+ A_q^- = q^N$  where N is the number operator not equal to  $A_q^+ A_q^-$ . On the other hand, Wigner's generalized oscillator already provides a generalization of the usual quantum commutation relations with the introduction of a new arbitrary real parameter (related to the ground state energy) which, however, is not a deformation parameter. Hence the interesting question arises as to how to obtain a q-deformation of the generalized Wigner oscillator. In the present work we show how the mapping of the Wigner-boson to the usual boson discussed three decades ago by Boulware and Deser (Nuovo Cimento XXX, 230 (1963)) can be effectively exploited to construct the q-Wigner creation and the q-Wigner annihilation operators  $a_q^\pm$  that satisfy a q-generalization of the generalized quantum commutation relation of Wigner. As the super-realization of the Wigner oscillator (Jayaraman and Rodrigues, J.Phys.A: Math. Gen. 23, 3123 (1990)) has found interesting applications in diverse spectral problems, we envisage likewise use of the present work that employs a purely Schrödinger representation and its possible super extension in spectral problems involving quantum deformations.

CAP/6º f/11:15

## DESENVOLVIMENTO DA TEORIA DA PARTÍCULA ESTRUTURAL PONTUAL

Elias E.Herrero(UFRN) e Joselito de Oliveira(UFRN)

A partícula estrutural pontual (PEP) se caracteriza por quatro constantes:  $\lambda$  carga e, a massa m, a constante giromagnética g, a frequência própria  $\omega_0$  e quinze variáveis: a coordenada  $\vec{q}$ , o momento linear  $\vec{p}$ , o momento dipolar  $\vec{d}$ , a velocidade dipolar  $\vec{v}$  e o Spin  $\vec{S}$ . O sistema de equações que descreve a(PEP) é coerente com a lei de conservação da energia e do quadrado do Spin.

— Explica-se neste trabalho como se obteve as equações acima, considerando-se a (PEP) como um conglomerado de subpartículas. Aqui as soluções são analisadas em alguns casos particulares.

CAP/6º f/11:30

## TRANSPORTE ANÔMALO DE CALOR EM PLASMAS DE AGLOMERADOS DE GALÁXIAS

Luiz C. Jafelice - Depto. de Física/UFRN

Estudamos a relevância de microturbulências de plasmas na evolução de fluxos de resfriamento em aglomerados de galáxias. A fonte das instabilidades de plasma é o gradiente de temperatura que existe no meio intraglomerado (MIA) desses aglomerados. Aqui discutimos em maior detalhe os efeitos da turbulência ion-acústica (TIA). O estudo inclui os efeitos da interação quasi-linear de partículas com campos microturbulentos, do processo de amortecimento de Landau não linear dos íons e o aquecimento de íons ressonantes. As principais consequências da TIA na evolução do MIA são seus efeitos no desenvolvimento da instabilidade hidrodinâmica e devido à criação de condições para uma anisotropia de transporte, com o conseqüente efeito de isolamento térmico turbulento.

## Cosmologia, Astrofísica e Partículas

CAP/6<sup>o</sup>/11:45

### UM ESTUDO SOBRE O COMPORTAMENTO ROTACIONAL DAS ESTRELAS SUBGIGANTES EM FUNÇÃO DAS COORDENADAS GALÁCTICAS.

J.D. Do Nascimento Jr, C. Da Rocha, J.C. Carvalho e J.R. De Medeiros  
Departamento de Física/CCE-UFRN

Resultados preliminares de um estudo sobre o comportamento da velocidade de rotação de estrelas subgigantes do tipo solar, mostram uma forte tendência a existência de uma correlação entre a velocidade de rotação e a longitude galáctica. No presente trabalho efetuamos um estudo numérico sobre a correlação entre rotação e longitude, utilizando três métodos distintos: i) Regressão linear simples, ii) Um método de regressão dupla, onde considera-se que ambos os parâmetros estão sujeitos a erros e, iii) Um método de correlação múltipla, onde procuramos detectar a influência de outros parâmetros sobre tal correlação.

CAP/6<sup>o</sup>/12:00

### ATIVIDADE CORONAL EM ESTRELAS BINÁRIAS EVOLUIDAS

C.H.E. Melo e J.R. De Medeiros  
Departamento de Física - CCE - UFRN

Neste trabalho estudamos o comportamento da atividade coronal, diagnosticada pela emissão de raios-X, em estrelas binárias evoluídas. Como resultado, mostramos que a natureza binária influencia a atividade coronal desde que o sistema tenha período orbital menor do que 100 dias e excentricidade zero.

CAP/6<sup>o</sup>/16:00

### AS ENERGIAS DOS BARIÔNS (INCLUINDO TODAS AS RESSONÂNCIAS) - Mário Everaldo de Souza, Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Física.

Como resultado de uma classificação geral da matéria, considera-se que os quarks são compostos de prequarks, os quais são partículas elementares. Os prequarks interagem por meio de uma nova interação chamada de superforte. As interações forte e superforte, juntas, produzem um potencial efetivo do tipo Lennard-Jones. Em torno do mínimo tal potencial é harmônico. Considerando-se que quarks não se movem com velocidades relativísticas, calcula-se as energias dos bárions, incluindo as ressonâncias. Em relação aos resultados experimentais, os erros dos valores calculados teoricamente são, em geral, inferiores a 3%. Pode-se prever as energias de diversas partículas a ser descobertas pelos aceleradores atuais e futuros.



## Cosmologia, Astrofísica e Partículas

CAP/6º f/16:15

### A STATISTICAL DESCRIPTION OF ASTROPHYSICAL TURBULENCE

Alexander Lazarian - DAMTP/Univ. Cambridge (UK)

The properties of the interstellar medium (ISM) indicate that it is turbulent. However, the ISM turbulence is radically different from that in incompressible fluids. That is why it is so important to study it through observations. The relevant study still poses a challenging problem. In the present paper recent results based on a statistical approach to the problem are surveyed. Although it was pointed out long ago (see Kaplan et al. 1970) that random 3D motions of the ISM gas result in fluctuations of the observed electromagnetic emission, it is only recently that the problem of recovering statistical properties of the ISM turbulence from the line of sight integrated data was given an adequate mathematical treatment. Here on, the example of studying turbulence in HI, it is shown that the inverse problem can be solved uniquely using a realistic model of the ISM. The applications of theoretical conclusions to existing data explains some facts which used to be considered inconsistent with turbulent behaviour and reveals unexpected features of the ISM turbulence.

CAP/6º f/16:30

### THE GOLD-TYPE MECHANISMS OF GRAIN ALIGNMENT

Alexander Lazarian - DAMTP/Univ. Cambridge (UK)

The alignment of nonspherical dust grains under the influence of corpuscular and/or radiative fluxes is studied in this paper. It is shown that internal energy dissipation (the Barnett relaxation) is important for the process. The solutions of the corresponding Fokker-Planck equations are used to obtain analytical expressions for the measure of alignment both for prolate and oblate grains. Our study indicates that Alfvénic perturbations can be responsible for grain alignment over vast regions of the interstellar medium (ISM).

CAP/6º f/16:45

### CRIAÇÃO DE MATÉRIA: DESCRIÇÃO EULERIANA

Milza Picon e José Ademir Sales de Lima - UFRN

Supondo o universo como um fluido de uma componente, em expansão, reobtem a equação da continuidade e a equação de Euler para a conservação quantidade de movimento para o caso em que a massa de repouso é variável.

## Cosmologia, Astrofísica e Partículas

CAP/6<sup>a</sup>f/17:00

### INSTABILIDADE GRAVITACIONAL COM CRIAÇÃO DE MATÉRIA E UM TERMO COSMOLÓGICO VARIÁVEL

Miguel Pitsois e José Ademir Calvão de Lima - UFRN

Considerando modelos cosmológicos, Newtonianos, com criação de matéria e um termo cosmológico  $\Lambda$  variável. Fazemos a análise de crescimento da perturbação em densidade, obtendo-se uma nova equação de evolução. Tomando-se a conservação da densidade de matéria, desenvolvemos para o caso particular em que a criação de matéria, como a criação, fornece uma perturbação consistente das perturbações para o caso de  $\Lambda$  variável. A dependência da perturbação, que tem uma potência temporal dependente da dependência da matéria, indicando que ela pode contribuir significativamente para o crescimento das perturbações.

Não perca o livro de resumos,  
sem ele você não conseguirá acompanhar o evento.

# GT10: MATERIAIS

LOCAL: SALA 6

## QUINTA-FEIRA

I SEÇÃO 09:30 - 10:30  
COORD.: U. U. Gomes - UFRN  
SUP.: José Francisco Julião - UFC

II SEÇÃO 11:00 - 12:00  
COORD.: U. U. Gomes - UFRN  
SUP.: José Francisco Julião - UFC

III SEÇÃO 16:00 - 17:00  
COORD.: Antonio Sérgio B. Sombra - UFC  
SUP.: J. A. C. de Paiva - UFC

IV SEÇÃO 17:30 - 18:30  
COORD.: Antonio Sérgio B. Sombra - UFC  
SUP.: J. A. C. de Paiva - UFC

## SEXTA-FEIRA

V SEÇÃO 09:30 - 10:30  
COORD.: Ossamu Nakamura - UFBA  
SUP.: Fernando L. A. Machado - UFPE

## Materiais

MAT / 5<sup>o</sup> / 09:30

### SUPERCONDUTIVIDADE NO SISTEMA $YBa_2[(CuO)_{1-x}(ZnS)_x]_2O_{7-x}$

Alexandre S. Ramos, J. Albino Aguiar, J.M. Ferreira e M.V. Barbosa  
Departamento de Física-UFPE.  
A.C. Pavão, Departamento de Química Fundamental-UFPE.

Os efeitos de substituição de ZnS nas propriedades supercondutoras das cerâmicas  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  são estudados através de medidas de resistividade ac, susceptibilidade ac, magnetização dc. As medidas de resistividade foram feitas usando o método das 4 pontas e um refrigerador de ciclo fechado. As amostras de  $YBa_2[(CuO)_{1-x}(ZnS)_x]_2O_{7-x}$  com  $x = 0.0; 0.01; 0.02; 0.05; 0.10; 0.15$  foram preparadas por reação sólida a  $900^\circ C$  e foi feito o annealing a  $350^\circ C$ . As amostras exibem supercondutividade com uma boa fração volumétrica. Observamos um decréscimo na temperatura de transição ( $T_c$ ) supercondutora com o aumento da concentração de ZnS. Este decréscimo é menos pronunciado do que o observado em amostras dopadas com ZnO. Para  $x = 0.05$ , medidas de magnetização dc mostraram que a supercondutividade é destruída em um campo de 5.0 Tesla.

Trabalho financiado pelo CNPq e FINEP.

MAT / 5<sup>o</sup> / 09:45

### PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS SUPERCONDUTOR-METAL

Cristiana Gonçalves Carneiro, M. Virginia Barbosa, J.M. Ferreira e J. Albino Aguiar, Departamento de Física-UFPE.

Amostras cerâmicas de  $HfBa_2Cu_3O_{7-x}$  são preparadas por reação sólida dos óxidos e sais constituintes. Grãos micronômicos obtidos pela pulverização dessas amostras são revestidos por uma fina película de prata depositada por processo químico com a utilização de soluções de  $AgNO_3$ . Os compostos assim obtidos foram submetidos a tratamento térmico em uma atmosfera rica em oxigênio à temperatura de  $450^\circ C$ - $650^\circ C$ , a fim de recuperar suas propriedades supercondutoras. Posteriormente foram compactados e sinterizados a elevadas temperaturas em atmosfera de oxigênio. Neste trabalho discutiremos os resultados das medidas de caracterização elétrica e magnética das amostras obtidas.

\* Trabalho financiado pela FINEP e CNPq.

MAT / 5<sup>o</sup> / 10:00

### CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO EM ÓXIDOS SUPERCONDUTORES DOPADOS COM FeS

M. Virginia Barbosa, Paula C.A. Sá\*, Ana K.B. Gomes\*, A.C. Pavão\*, J.M. Ferreira e J. Albino Aguiar, Departamento de Física-UFPE.  
\*Departamento de Química Fundamental-UFPE.

Compostos supercondutores do tipo  $YBa_2[(CuO)_{1-x}(FeS)_x]_2O_{7-x}$  foram preparados por reação sólida dos óxidos e sais constituintes para diversas concentrações de FeS. O conteúdo real de oxigênio existente na amostra foi determinado, a partir de uma nova técnica para titulação iodométrica. Esta técnica foi desenvolvida para eliminar a interferência do  $Fe^{3+}$ , resultante da oxidação do  $Fe^{2+}$  em meio ácido, na determinação do estado de oxidação do Cu. Isto é conseguido através da complexação do íon  $Fe^{3+}$  com o íon fluoreto.

Trabalho financiado pelo CNPq, CAPES e FINEP.

## Materials

MAT/5º F/10:15

### AVALIAÇÃO DO ESTADO DE SINTERIZAÇÃO DE PASTILHAS CERÂMICAS DE TRIÓXIDO DE TUNGSTÊNIO, $WO_3$ .

V. D. de Mello e U. U. Gomes - UFRN/DFTE; J. F. Julião - Depto. Fis UFC.

Apresenta-se resultados preliminares de uma pesquisa que busca determinar a melhor temperatura de sinterização de pastilhas compactadas de  $WO_3$ , por meio de medidas elétricas. Os compactos de  $WO_3$  foram sinterizados entre 6000C e 10000C e a seguir submetidos a uma redução físico-química na presença de hidrogênio a uma temperatura de 6000C, durante 05 minutos. Foram feitas medidas de capacitância e condutividade elétrica à temperatura ambiente e ao ar livre, usando-se uma ponte de impedância. Os resultados mostram que este método é de grande valia no monitoramento dos processos de sinterização.

Trabalho financiado, parcialmente, pelo CNPq.

MAT/5º F/10:30

### UM ESTUDO DA POROSIDADE NA SINTERIZAÇÃO ATIVADA DE Nb DOPADOS COM Pd e Ni.

J. FREIRE - W. FIGUEIRA - L. S. SOARES - U. U. LOMES

LABORATORIO MATERIAIS - DFTE - UFRN

As propriedades mecânicas de materiais metálicos sinterizados são definidas pela composição química, pela microestrutura e pela porosidade.

A estrutura de fase binária (poros + fase metálica) sofre variações em suas propriedades justificando a importância do controle dos fatores básicos de monitoração no processo de sinterização.

O presente trabalho de Sinterização Ativada do Nb analisa os resultados da caracterização da estrutura de poros por aplicação da Metalografia Quantitativa. São observados a evolução da estrutura do material sinterizado em função das variáveis do processo: tempo e temperatura de sinterização, tipo e quantidade de dopante.

MAT/5º F/11:00

### SIMULAÇÃO DO MÉTODO DA SUBIDA INICIAL PARA DETERMINAÇÃO DA ENERGIA DE ATIVAÇÃO DOS PROCESSOS TERMOLUMINESCENTES

Antônio Edilson do Nascimento (Depto de Fisiologia - UFS), Piotr Trzaskak (EFH), Mano Ernesto G. Valério e José Fernandes de Lima (Depto de Física - UFS)

Neste trabalho comparamos as soluções das equações que comandam "o processo de emissão termoluminescente (TL) obtidas analiticamente para casos limites e numericamente através do uso do método de Runge-Kutta para os casos que não admitem soluções analíticas. As curvas da intensidade TL em função da temperatura geradas foram utilizadas para o cálculo da energia de ativação pelo método da subida inicial. A precisão na estimativa deste parâmetro foi utilizada para comparação entre as soluções analíticas e numéricas.

## Materials

MAT/5º f/11:15

### ESTUDO DA TERMOLUMINESCÊNCIA DO QUARTZO PARA APLICAÇÕES EM DATAÇÃO ARQUEOLÓGICA

Mirnilo da Silva Nogueira, Mérico Ernesto G. Valério, José Fernandes de Lima (Depto de Física - UFS).

A técnica da termoluminescência (TL) estuda a emissão de luz por um material durante o aquecimento. A intensidade da luz emitida guarda uma relação de proporcionalidade com o número de portadores previamente armadilhados que por sua vez está relacionado com a dose de radiação a que o material foi submetido. Desse modo a TL pode ser utilizada para determinação da dose de radiação acumulada em um dado material o que permite uma imediata aplicação na dosimetria e na datação geológica e arqueológica. Entre as peças arqueológicas de maior importância encontram-se as peças cerâmicas. Uma forma adequada de estudar a datação por peças cerâmicas é estudar a emissão TL dos grãos de quartzo contidos nessas peças. Neste trabalho estamos estudando a emissão termoluminescente do quartzo visando estabelecer uma correlação entre a intensidade TL e a dose de radiação, com a finalidade de aplicar esses conhecimentos na datação arqueológica. Apresentamos as curvas de emissão do quartzo virgem, do quartzo recozido a 400°C e submetido a diferentes doses de radiação. Apresentamos também uma estimativa da dose de radiação ambiental acumulada feitas pelos métodos da dose adicional e da curva de calibração. Apoio: CNPq.

MAT/5º f/11:30

### PROPRIEDADES TERMOLUMINESCENTES DO TOPÁZIO

Divanuzia N. Souza, José F. Lima, Márcio Ernesto G. Valério (Depto. Física-UFS)

Este trabalho inicia um estudo do comportamento da emissão termoluminescente do topázio, proveniente de Carai, MG, após ser submetido a diferentes doses de radiação. O topázio é um fluorssilicato que se parece ao quartzo, entretanto possui maior dureza. Pequenas rochas do mineral foram pulverizadas, foi aproveitado o pó com diâmetro entre 0,075 e 0,149mm. Uma parte das amostras recebeu tratamento térmico a 400°C/1h para limpeza da dose de radiação natural, estas amostras foram irradiadas em seguida com radiação gama de cobalto-60. Das emissões termoluminescentes das amostras observamos que: i - as amostras virgens apresentam dois picos, em 150 e 300°C, ii - amostras virgens mais dose adicional apresentam um novo pico a 80°C; quando as amostras foram irradiadas, suas curvas de emissão apresentaram três picos, em 80, 150 e 180°C, com o desaparecimento do pico a 300°C, iii - decaimentos isotérmicos feitos a 200°C em amostra virgem revelaram que o pico em 180°C também está presente nesta amostra porém, sob o pico em 150°C; iv - as curvas de calibração mostraram que há um crescimento dos picos com a dose, possivelmente não linear. Desse resultados podemos concluir que: i - o material apresenta quatro picos com quatro centros de armadilhamento, possivelmente associados a quatro defeitos no material; ii - tratamentos térmicos podem modificar a distribuição dos defeitos no material, iii - devido aos espectros dos picos estudados serem semelhantes, aparentemente, as recombinações ocorrem da mesma forma.

MAT/5º f/11:45

### TRANSMISSÃO DE RAIOS-X EM ESTRUTURAS PERFEITAS

Helio Silva Campos - Instituto de Física, UFBA

O espalhamento eletrodinâmico em um modelo de cristal perfeito é analisado através de um formalismo auto-consistente para a difração de raios-X. O meio material é tratado como um conjunto de planos de dipolos oscilantes onde, para cada um desses planos, é atribuído um coeficiente complexo para a razão das amplitudes dos campos interagentes. As multicamadas são representadas em seqüências periódicas e aperiódicas, tipo Fibonacci e Thue-Morse, tomando-se as superredes com parâmetros de GaAs e do Si. O campo transmitido é analisado através de perfis de difração, determinando-se a intensidade e respectiva fase, característicos para as seqüências adotadas.

Apoio: CNPq

## Materials

MAT/5º F/12:00

### DIFERENÇAS ESTRUTURAIS ENTRE OS PERICARPOS DE MILHO DE PIPOCA E COMUM.

Zerbetto, M.; Pereira, A. C.; Vargas, H. Instituto de Física-UNICAMP  
Miranda, L. C. M. Laboratório Associado de Sensores e Materiais-INPE  
Silva, D. J. da; Vidal, B. C.; Martins, M. E. Q. Instituto de Biologia-UNICAMP.

A condutividade térmica (k), obtida via técnica de elevação de temperatura por iluminação contínua, e a difusividade térmica ( $\alpha$ ), obtida pelo Método dos Dois Feixes, no pericarpo de milho de pipoca (casca) foram respectivamente 2,0 e 2,9 vezes maior que aquelas encontradas no pericarpo de milho comum. Estes dados são tão altamente correlacionados ( $r = 0,94$ ) com a habilidade de estouro da pipoca. A rigidez do pericarpo foi 4,0 vezes maior no milho de pipoca. A birrefringência foi 50% maior no pericarpo de milho de pipoca devido ao alto grau de empacotamento das fibras encontradas neste tecido. As propriedades térmicas e mecânica do pericarpo mostram que este age como uma cápsula no modelo de vaso de pressão produzindo o estouro. Um balanço melhor entre as propriedades do pericarpo, qualidade do amido e tamanho do grão produzido como consequência da seleção feita pelo homem levou o milho comum a se transformar em milho de pipoca.

MAT/5º F/16:00

### CORRENTES DE DEPOLARIZAÇÃO TERMICAMENTE ESTIMULADAS (TSDC) EM VIDROS NIOBATOS

E. B. de Araujo, R. S. de Oliveira, J. A. C. de Paiva  
e A. Sérgio Bezerra Sombra

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará,  
Campus do Pici, Fortaleza-Ceará

Neste trabalho iniciamos o estudo de vidros niobatos usando técnicas de corrente de despolarização (TSDC) em amostras com diferentes teores de Nióbio. Recentes resultados experimentais em TSDC obtidos em nossos laboratórios mostram um grande potencial para vidros niobatos em aplicações como material não linear em fotonica (1,2)

(1)-C. J. de Oliveira et al, Proc. of the XVI International Congress on Glass, paper 43, Madrid, Spain (1992)

(2) C. J. de Oliveira et al., J. Materials Science, 28, 4305 (1993)

MAT/5º F/16:15

### ESPECTROSCOPIA MOSSBAUER EM VIDROS NIOBIO-FOSFATOS DOPADOS COM FERRO

J. A. C. de Paiva, M. A. B. de Araujo e A. Sérgio Bezerra Sombra

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará  
Campus do Pici-Portaleza -Ceará

Neste trabalho descrevemos o estudo de vidros da família  $Nb_2O_5 - P_2O_5 - Li_2O$  dopados com ferro. Resultados experimentais preliminares mostram a presença de ferro em estados de oxidação (+2) e (+3) neste amorfo. Estudos em andamento correlacionarão as possíveis simetrias de coordenação do Ferro, na matriz vítrea, e seus estados de oxidação com as propriedades desses materiais.

## Materials

**MAT/5ª f/16:30**

### CHAVEAMENTO ELETRICO EM (CdTeS) SEMICONDUTOR DOPANDO VIDRO

A. Sergio Bezerra Sombra<sup>(a)</sup>, J.A.C.de Paiva<sup>(a)</sup>, J.A.Medeiros Neto<sup>(a)</sup>, F.A.Gerbano<sup>(a)</sup>

(a)Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará  
(b)Optoelectronics Research Center, Southampton University, UK

Neste trabalho estudamos propriedades elétricas de semicondutores CdTeS dopando vidro (1,2). Resultados experimentais indicam desvio da lei de ohm levando a chaveamento não linear e resistência diferencial negativa para altos valores de tensão aplicada. Modelo teórico é apresentado em vistas dos resultados experimentais(3).

- (1)-A.S.B.Sombra, Opt. Quantum Elect. 22, 335(1990)
- (2)-A.S.B.Sombra, Solid State Comm. 82, 805(1992)
- (3)-A.S.B.Sombra et al., Proc. of the Int. Symp. on Glass Science and Tech., Athens, Greece(1993)

**MAT/5ª f/16:45**

### RELAXACAO DIELETRICA EM $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$ e $\text{LiNbO}_3$

R.S.de Oliveira, J.A.C.de Paiva, E.B.de Araujo e A.S.B.Sombra

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará  
Campus do Pici-Portaleza-Ceará

Neste trabalho estudamos a função dielétrica complexa de  $\text{LiNbO}_3$  puro e dopado com ferro. Resultados experimentais mostram a presença de relaxação dielétrica nos materiais dopados com ferro. Apresentamos resultados em cristais com diferentes orientações cristalográficas e sujeitos a variação do campo elétrico incidente. (1,2)

- (1)-P.C.Barbosa et al., Phys. Status Solidi(a) 125, 723(1991)
- (2)-J.A.C.de Paiva et al., Opt. Materials, 1, 59(1992)

**MAT/5ª f/17:00**

### ESTUDO DO EFEITO DA TROCA POR PRÓTONS EM $\text{LiNbO}_3$ , VIA RMN DOS PRÓTONS

Luiz Henrique Pacobahya, Ricardo Emmanuel de Souza, Mario Engelsberg e  
George Carlos do Nascimento

Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco

O interesse em estudar o processo da troca por prótons em  $\text{LiNbO}_3$ , reside no fato de seu uso intenso na fabricação de guias de onda. Neste trabalho utilizamos várias amostras constituídas de cristallitos que sofreram o processo de troca por prótons em ácido sulfúrico e benzêico. Em seguida foram realizadas medições da largura de linha da ressonância dos prótons em função da temperatura. Serão apresentados os resultados das medições assim como possíveis interpretações dos mecanismos microscópicos envolvidos na determinação da largura de linha.



## Materiais

MAT/5ºF/17:30

### UMA TEORIA PARA A DIFUSÃO DE TI EM $\text{LiNbO}_3$ USANDO A DESCRIÇÃO DE NERNST-PLANCK

Frederico Dias Nunes, José Mendes Filho, José S. Andrade Jr., Humberto F. da Silva  
Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará  
Campus do Pici - Cx. Postal 6030 - Fortaleza - Ceará - CEP 60451-970

O objetivo do presente trabalho é analisar a difusão de Ti em  $\text{LiNbO}_3$  sob o enfoque de Nernst-Planck em vez de Fick, usualmente encontrado na literatura. Nossa teoria seguirá a descrição microscópica dada por Kollwe *et al* [1] e estará inicialmente restrita a situação de concentrações de Ti abaixo de 5,9%. Em tal circunstância Ti difunde no  $\text{LiNbO}_3$  substituindo íons de Nb localizados em sítios de Li e levando a uma contra-difusão de íons de Nb, em um processo análogo ao da troca iônica obtida em vidros. Considerando que estes íons são de valência diferente e que as suas difusividades são diferentes sugerimos que por e passo à difusão do Ti surjam campos locais no interior do material. Neste caso a descrição de Nernst-Planck é mais adequada do que a de Fick. Com tal descrição a difusão é calculada através de equações não lineares na qual a difusividade usada é uma difusividade efetiva e dependente da concentração. Nossa análise, aqui apresentada, se restringe ao caso unidimensional. Entretanto, a análise dos casos bidimensional e com concentrações acima de 5,9% já estão em curso.

1-D Kollwe, A Kling, Phys Lett A 169 (1992) 177.

MAT/5ºF/17:45

### DETERMINAÇÃO FOTOACÚSTICA DA DIFUSIVIDADE TÉRMICA DE FILMES DE $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . Nelson Portela Sampaio, Marcio Gomes da Silva, Wandemberg Paiva Ferreira, Antônio Siqueira e José-Francisco Julião

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará - C. Postal - 6030- Fortaleza - Ce.

Filmes de  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  foram preparados anodicamente sobre substrato de Nióbio. O substrato foi quimicamente tratado de modo a reduzir sua espessura até aproximadamente 20µm conveniente para a medida fotoacústica posterior. A determinação da espessura do filme foi feita por monitoramento in-situ, técnica previamente reportada(1). A medida de difusão térmica foi realizada por técnica fotoacústica, usando-se para isso uma configuração de célula aberta, tendo sido usada uma fonte de laser de He-Ne de 3mw.

(1) A. F. Siqueira e J. F. Julião, Determinação do índice de refração e espessura de filme de  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  por monitoração interferométrica in-situ. X EFNNE-Recife (PE) - 1992.

MAT/5ºF/18:00

### PREPARAÇÃO DE FILMES FINOS DE ÓXIDO DE ESTANHO PELA TÉCNICA DE SPRAY-PIRÓLISE. J.F. JULIÃO, RODOLFO PEREIRA DA SILVA E ALEXIS DE MEDEIROS TORRES. Departamento de Física -UFC, Fortaleza-CE.

Descreve-se, neste trabalho, a construção e montagem de um sistema de deposição de filmes finos pela técnica de "spray-pirólise" e sua utilização na preparação de filmes finos do óxido de estanho,  $\text{SnO}_2$ . Usando este sistema e uma solução de  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  com etanol, foram realizadas várias experiências de deposição sobre substratos de vidro a diferentes temperaturas. A caracterização dos filmes depositados, feita por difração de raios-x e medida da resistência de folha, indicam que os filmes são de  $\text{SnO}_2$  com resistência de folha em torno de  $30 \text{ } \Omega/\square$ .

Trabalho financiado pelo CNPq.

## Materiais

MAT / 5º f / 18:15

### CRESCIMENTO DE FILMES DE L-ALANINA A PARTIR DO MÉTODO CVD

Paulo Alexandre Costa Rocha, Frederico Dias Nunes,  
Josué Mendes Filho, Francisco Erivan de A. Melo  
Departamento de Física - UFC

Os cristais orgânicos têm mostrado interessantes propriedades ópticas lineares e não lineares. A geração de Segundo Harmônico e sua detecção. Este fato tem motivado os pesquisadores a buscar desenvolver dispositivos com estes materiais. Um componente básico para muitos dispositivos (acopladores, chaves, interferômetros e outros) é o guia de ondas. Entre vários métodos disponíveis, o crescimento de camadas epitaxiais em substratos é um dos mais consagrados. Neste trabalho é estudada a possibilidade de se fazer o crescimento epitaxial de cristais orgânicos, especificamente aminoácidos, através da técnica da fase vapor ou CVD - *Chemical Vapor Deposition*. Medidas recentes com L-Alanina mostram que, a pressão ambiente, este aminoácido sublima a 312 K. Instaurado este dado, estamos analisando a possibilidade de se realizar o crescimento de camadas epitaxiais, via fase de vapor, sublimando-se a L-Alanina em um reator de crescimento que está sendo desenvolvido. Um dos problemas é a degradação dos aminoácidos quando sua temperatura ultrapassa uma dada temperatura. Assim a sublimação é feita em uma câmara a vácuo, a fim de se reduzir a necessidade de pressão de vapor do material a ser sublimado e pastado a sua temperatura em que o (combusto) deve acontecer. A ideia do projeto é o de se fazer crescer materiais que possuam pequenas diferenças de índice de refração em relação ao substrato, por exemplo, crescendo-se sobre um substrato aminado um filme de um peptídeo que tem na sua constituição o mesmo aminoácido do substrato.

*Este trabalho é desenvolvido com o apoio da DIF-CPQJ/Telebrás*

MAT / 5º f / 18:30

### ESTUDO DO TAMANHO DE PARTÍCULAS SOB MOAGEM PARA A FORMULAÇÃO DE UMA LEI DE ESCALA NA REDUÇÃO DAS DIMENSÕES DOS SÓLIDOS

Cícero Roberto Martins Lopes, José Soares de Andrade Júnior, Frederico Dias Nunes  
Departamento de Física da UFC

Os processos de quebra, moagem e classificação, durante a manufatura de pós finos rigorosamente qualificados, representam etapas de suma importância do ponto de vista tecnológico na indústria destes materiais. No caso da moagem, especificamente, há que se desenvolver um procedimento sistemático onde a evolução dinâmica da distribuição de partículas seja passível de monitoração e controle com vistas à otimização do processo quanto à sua eficiência energética e à qualidade do produto final. Embora seja aparentemente um problema de conhecimento científico e tecnológico simples, a redução do tamanho de partículas sólidas na moagem apresenta importantes pontos de pesquisa. Tem-se percebido que a evolução dinâmica do sistema de partículas sob moagem obedece a um comportamento cujo explicação física evoca os conceitos de fractal e lei de escala. A primeira etapa deste trabalho se constitui na realização de experimentos de moagem empregando-se um moinho de bolas para caracterizar a dinâmica da redução de tamanho de vários materiais de interesse prático na indústria. Ênfase é dada aqueles que são encontrados regionalmente. São analisados a influência de alguns parâmetros, tais como distribuição das bolas de moagem (tamanho e número), tempo de moagem, tipo de material a ser moído. Além do estudo experimental, será desenvolvida uma abordagem teórica inspirada no conceito de "fractalidade" com o fim de se analisar teoricamente a dinâmica da fragmentação. Tal estudo teórico será utilizado para correlacionar a distribuição estatística do tamanho das partículas e a energia empregada no processo de redução das dimensões de sólidos quando submetidos à moagem.

MAT / 6º f / 09:30

### ESTUDO DA DIFUSIVIDADE TÉRMICA DE MATERIAIS EM FORMA DE PÓ OU GEL, ATRAVÉS DA ESPECTROSCÓPIA FOTOACÚSTICA

Sévio Frederico de O. Costa, Antônio Adilson O. Carneiro, Osamu Nakamura  
Instituto de Física, UFPA

O trabalho propõe uma técnica com o objetivo de realizar medições da difusividade térmica de materiais em forma de pó ou gel, tendo como base técnica fundamental o efeito fotoacústico. A ideia consiste na incidência traseira de luz modulada, cuja conseqüente oscilação de temperatura na amostra, proporcional ao sinal fotoacústico, proporcionará valores para a difusividade de diversos materiais.

A proposta apresenta como suporte experimental a utilização de duas películas de alumínio presas a amostra. A película localizada na região de incidência da luz, tem como objetivo, além de servir como suporte físico para o material estudado, proporcionar absorção óptica superficial, enquanto a localizada na interface gás amostra servirá como membrana vibratória, da qual resultará o sinal fotoacústico operado.

## Materials

MAT / 6° f / 09:45

### ARGAMASSA ARMADA: UM ESTUDO DE PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS ATRAVÉS DO EFEITO FOTOACÚSTICO

Ossamu Nakamura, Alberto São Paulo, Teina Andrade, M. Marcos F. D'Aguiar  
Instituto de Física, UFBA

O presente trabalho faz parte de um projeto de estudo das propriedades termofísicas de materiais de construção, em particular da argamassa armada e sua adequação climática em projetos arquitetônicos. Neste particular estudo determinamos a difusividade térmica das amostras utilizando o efeito fotoacústico. A metodologia empregada é a de se efetuar uma varredura de frequências com a finalidade de se determinar o mecanismo dominante na geração do sinal fotoacústico. Para o caso onde o sinal gerado pelo mecanismo de difusão térmica predomina, o método dos dois feixes é empregado. Este método consiste em se medir a diferença de fase entre sinais originados pela iluminação frontal e traseira a uma determinada frequência de modulação. Para o caso onde predominam os mecanismos de expansão térmica ou de flexão termoelástica, a difusividade térmica é determinada através do ajuste de curvas entre os dados experimentais e as expressões teóricas adequadas.

MAT / 6° f / 10:00

### DETERMINAÇÃO DA FASE QUASECRISTALINA NAS LIGAS AlCuFe: VARIÇÕES ESTEQUIOMÉTRICAS

R.W.S. Barros, F.L.A. Machado  
Departamento de Física-UFPE

Apresentaremos nesse trabalho os métodos de preparação e caracterização de ligas de AlCuFe em várias composições. Serão discutidos em detalhes os cálculos estequiométricos e fusão dos elementos para formar as ligas metálicas através de fornos de indução comercial, a arco, e o processo de tratamento térmico para o crescimento de grãos monofásicos. As amostras foram caracterizadas por microscopia ótica e difração de raios-x. Através desse tipo de análise foram indexadas as linhas de difração, bem como foi observada a coexistência de outras fases. Serão apresentados os índices de Miller que descrevem a simetria icosaédrica (simetria característica da estrutura quasicristalina).

Este trabalho foi parcialmente financiado pela FINEP, PADCT, CNPq, FACEPE e CAPES.

MAT / 6° f / 10:15

### ESTUDOS TERMOANALÍTICOS E ESPECTRAIS DO COMPLEXO Na[FeY(H<sub>2</sub>O)]<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O E DE SEUS PRODUTOS DE DEGRADAÇÃO TÉRMICA.

João do Cruz de Carvalho<sup>1</sup>, João Aldélio P. Holanda<sup>1</sup> e José Carlos Parente de Oliveira<sup>2</sup>.

1. Departamento de Química Orgânica e Inorgânica - UFC
2. Departamento de Física - UFC

Cristais do complexo EDTA-Fe<sup>III</sup> (III) foram obtidos a partir da evaporação lenta. Resultados da análise química elemental sugerem a fórmula Na[FeY(H<sub>2</sub>O)]<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O. Os cristais do complexo foram queimados em diferentes temperaturas (250, 500, 650, 880 e 1000°C), em forno resistivo e em atmosfera de nitrogênio. As diversas espécies intermediárias resultantes da degradação térmica foram analisadas por espectroscopia infravermelha, espectroscopia Mössbauer e difratometria de raios-X. Também foram obtidas curvas termogravimétricas. O espectro na região do infravermelho, do composto apresenta bandas relacionadas com carbonato e carbonatos. O complexo é estável a 250°C, sendo esta informação confirmada pelas técnicas experimentais utilizadas. Observa-se que no produto obtido a 250°C não verifica-se uma variação significativa nas vizinhanças do átomo de Fe(III), enquanto espectros magnéticos são apresentados pelos produtos de queima entre 500 e 900°C. Óxido de ferro é o produto obtido a 1000°C.

## Materiais

**MAT/6º f/10:30** RELAÇÕES DE FASES EM LIGAS Fe-R-B (R = "mischmetal" de Terra Rara)

**A.F. do Nascimento:** R.C. Araújo; F.A.O. Cabral e J.Oliveira. - UFRN

Em 1984 Sagawa et al.<sup>1</sup> desenvolveram um material sinterizado baseado no composto  $Fe_{14}Nd_2B$  no qual obtiveram propriedades magneto-permanentes record. Este fato impulsionou as pesquisas em materiais à base de Fe e Terra Rara para aplicações como ímã permanente. O material desenvolvido por Sagawa et al., cuja composição era de  $Fe_{77}Nd_{15}B_8$ , sofreu várias modificações como: adições de metais de transição e/ou elementos de terra-rara de forma a se obter um melhoramento em suas propriedades magnéticas.

Neste nosso trabalho, investigamos através de análise termo-magnética, metalografia óptica e espectroscopia Mössbauer, a substituição do Neodímio por um "mischmetal" rico em Cério, com o objetivo de se observar a coexistência de fases decorrentes desta substituição. Os resultados preliminares de ligas fundidas a arco e termicamente tratadas a 1000°C serão aqui apresentados.

<sup>1</sup> M. Sagawa, S. Fujimura, N. Togawa, H. Yamamoto and Y. Matsuura - J. Appl. Phys. 55 (6) 2083-2087.

# GT11: ESTADO SÓLIDO

LOCAL: SALA 6

**SEXTA-FEIRA**

1 SEÇÃO 11:00 - 12:00  
COORD.: Fernando Moraes - UFPE  
SUP.: Valdir B. Bezerra - UFPB/JP

## Física do Estado Sólido

FES/6º/11:00

### NÍVEIS DE LANDAU NA PRESENÇA DE UM DEFEITO TOPOLÓGICO

Cláudio Furtado, D.G.C. da Cunha e Fernando Moraes  
Departamento de Física-UFPE  
E.R. Bezerra de Melo, V. Bezerra, Departamento de Física-UFPB.

Estudamos o problema de um elétron no espaço 3D submetido a um campo magnético na presença de um defeito (desclinação). A interação do elétron com o defeito faz com que apareça um termo de autoforça no Hamiltoniano do elétron. Os autovalores e autofunções do problema são obtidos exatamente quando se restringe o campo magnético a certos valores discretos. O problema pode ser estendido para o estudo de efeito Hall em sólidos com defeitos com a introdução de um campo elétrico, as implicações dos resultados em sistemas físicos reais serão discutidas.

FES/6º/11:15

### EFEITO HALL EM UM CONE

D.G.C. da Cunha, Claudio Furtado e Fernando Moraes  
Departamento de Física-UFPE  
E.R. Bezerra de Melo, V. Bezerra, Departamento de Física-UFPB.

Estudamos o comportamento do elétron numa superfície cônica gerada por um defeito topológico (desclinação) na presença de um campo elétrico constante. A solução é apresentada em termos da função de Airy. Montamos a equação de Schrödinger para campos elétrico e magnético perpendiculares entre si e discutimos suas implicações para o efeito Hall na presença de defeitos topológicos.

FES/6º/11:30

### TRANSIÇÃO DE FASE FERROELÉTRICA ESTUDADA POR RESSONÂNCIA PIEZOELETRICA

F.E.A.Melo, S.C.C.Moreira, J.Mendes filho and J.E.Moreira  
Departamento de Física-Universidade Federal do Ceará

Estudamos as curvas de ressonâncias piezoeletricas em cristais de KDP e sal de Rochelle em função da temperatura para temperaturas próximas da temperatura de Curie. É discutido um novo método para a observação de ressonâncias piezoeletricas, harmônicas e de dobramento de período nestes materiais.

## Física do Estado Sólido

FES / 6<sup>o</sup> / 11:45

### CAOS EM CRISTAIS DE KDP

S.G.C. Moreira, F.E.A. Melo, J. Mendes Filho e J.E. Moreira  
Departamento de Física-Universidade Federal do Ceará

Um novo, simples e revolucionário método para se observar efeitos não lineares em cristais piezoelétricos. Observamos facilmente harmônicos e sub-harmônicos das frequências do campo aplicado em um grande intervalo de temperatura. É apresentada uma sequência de bifurcações terminando no caos e discutimos o controle do caos nestas condições.

FES / 6<sup>o</sup> / 12:00

### ESPECTROSCOPIA FOURIER DE MODOS ELÁSTICOS E EFEITOS ANIHARMÔNICOS EM $LiNbO_3$

Ricardo E. de Souza, M. Engelsberg e George C. do Nascimento  
Departamento de Física-UFPE

Um espectrômetro de Ressonância Magnética Nuclear foi modificado para permitir o estudo de modos elásticos em cristais de  $LiNbO_3$ , na faixa de frequências 20MHz-100MHz. A capacidade de discriminação de fase, ausência de distorções na linha de base, e excelente resolução espectral permitem a determinação muito precisa das constantes elásticas e a observação de efeitos anarmônicos na estrutura fina das ressonâncias que não tinham sido previamente caracterizados. Estes efeitos não lineares foram anteriormente associados em geral aos ecos eletroacústicos e não ao que denominamos "Free electroacoustic decay" (FED). A razão entre a constante elástica de terceira ordem e a constante elástica de segunda ordem, que define a constante de Grüneisen, desempenha um papel crucial na interpretação dos efeitos anarmônicos corretos observados.

# GT12: MAGNETISMO

LOCAL: SALA 7

## QUINTA-FEIRA

I SEÇÃO 09:30 - 10:30  
COORD.: A. S. Carriço - UFRN  
SUP.: Fernando A. L. Machado - UFPE

II SEÇÃO 11:00 - 12:00  
COORD.: A. S. Carriço - UFRN  
SUP.: Fernando A. L. Machado - UFPE



## Magnetismo

MAG / 5º F / 09:30

### FMR em filmes finos Fe e FeCu

J.A.S. Moura, S.M. Rezende e F.M. Aguiar  
Deppto. de Física, Univ. Fed. de Pernambuco, 50670-901 Recife-PE  
W.H. Schreiner  
Instituto de Física - UFPE

A ressonância ferromagnética (FMR) tem sido muito útil na caracterização de materiais magnéticos. Neste trabalho, mostramos resultados de FMR no estudo de filmes simples de Fe e multicamadas Fe/Cu em temperatura ambiente.

A medida do campo de ressonância em função do ângulo do campo magnético no plano da amostra é um bom indicador da cristalinidade da amostra e do plano de crescimento do filme.

MAG / 5º F / 09:45

### PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DE LIGAS $Fe_xAl_{1-x}$ †

N.O. Moreno e F.C. Montenegro  
Departamento de Física-UFPE, 50670-901 Recife - PE

Serão apresentados os resultados da magnetização, a diversas concentrações de alumínio, obtidos como função do campo magnético externo e a temperatura para a liga metálica desordenada  $Fe_xAl_{1-x}$ . As medidas foram feitas em altas temperaturas e campos uniformes baixos usando um magnetômetro de amostra vibrante. As temperaturas de Curie são determinadas para cada valor de  $x$ , e os expoentes críticos  $\beta$  e  $\delta$  obtidos são comparados com aqueles obtidos pelo método de campo médio. Mostraremos ainda a evolução dos laços de histerese a medida que nos aproximamos à temperatura de Curie.

† Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq, CAPES, FACEPE e FINEP.

MAG / 5º F / 10:00

### FRONTEIRAS DE FASE CRÍTICA E DE EQUILÍBRIO EM $Mn_{0,33}Zn_{0,67}F_2$ †

A. Rosales-Ilivera, J.C.O. de Jesus e F.C. Montenegro  
Departamento de Física-UFPE.

As fronteiras de fase crítica  $T_c(H)$  e de equilíbrio  $T_{eq}(H)$  no composto  $Mn_{0,33}Zn_{0,67}F_2$  são mapeadas em um diagrama de fase  $(H, T)$  obtido a partir de medidas de magnetização estática para campos entre  $0 < H \leq 5kOe$  e temperaturas  $-1,2 \leq T \leq 30K$ . Nossas medidas indicam que  $T_c(H)$  e  $T_{eq}(H)$  são governadas pela lei de escala  $T_N - T_{cr,c}(H) \sim H^{2/\phi}$  com o expoente de cruzamento  $\phi \cong 3,4$ , além disso obtivemos que  $T_c(0) \neq T_{eq}(0)$ . Estes resultados estão em contraste com o comportamento observado em  $Mn_xZn_{1-x}F_2$  com  $x > 0,1$  onde  $T_c(H)$  e  $T_{eq}(H)$  são governadas pela lei de escala acima, porém com  $\phi \cong 1,4$  e  $T_c(0) = T_{eq}(0)$ . Estes fatos e estudos de susceptibilidade ac para  $H = 0$  nesta amostra, sugerem uma quebra de cruzamento do modelo de Ising com interações de troca aleatórias (REIM) para o modelo de Ising com campo aleatório (RFIM) em  $Mn_xZn_{1-x}F_2$  com  $x < 0,1$ .

† Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq, CAPES, FACEPE e FINEP.

## Magnetismo

MAG / 5ª f / 10:15

### MEDIDAS DE MAGNETIZAÇÃO UTILIZANDO SQUID

C.S. Martins e F.L.A. Machado  
Departamento de Física-UFPE.

SQUID (Superconducting Quantum Interference Device) é um detetor de fluxo magnético dos mais sensíveis. No presente trabalho apresentamos um sistema montado por nós que permite estudar a magnetização em função da temperatura e campo magnético utilizando um sensor SQUID. O sistema consiste essencialmente do sensor acoplado a um gradiômetro de primeira ordem, uma bobina supercondutora que gera campos magnéticos de até 8T e um criostato para medidas na faixa de temperatura  $1.5K < T < 300K$ . Resultados obtidos com o nosso sistema para multicamadas magnéticas, quascristais, bem como outros materiais serão também apresentados.

Apoio da FINEP, PADCT, FACEPE, CNPq e CAPES.

### MAG / 5ª f / 10:30 EFEITOS DE COMPOSIÇÃO NA ORDEM MAGNÉTICA DE MULTICAMADAS ANTIFERROMAGNÉTICAS

Ana Lucia Dantas e A. S. Carriço  
Departamento de Física, CCE, Campus Universitário, 59072 Natal/RN

A ordem magnética de multicamadas compostas de dois materiais antiferromagnéticos é estudada usando um modelo de campo local auto-consistente. A configuração de equilíbrio do sistema de spins leva em conta a variação espacial induzida pelo confinamento de spins em filmes finos de cada material, bem como a natureza do acoplamento magnético nas interfaces. A magnetização média da multicamada é calculada em função da temperatura para analisar a influência mútua dos componentes na configuração de equilíbrio. Resultados numéricos para super-redes de NiO/CoO com diferentes composições indicam que é possível existir ordem magnética de longo alcance em temperaturas superiores à temperatura de Neel de um dos componentes. Nesse regime o composto de mais alta temperatura de transição estabiliza a multicamada se o acoplamento na interface é forte.

MAG / 5ª f / 11:00

### Susceptibilidade AC no Antiferromagneto Diluído $Mn_{0.35}Zn_{0.65}F_2$ †

F.L.A. Machado, F.C. Montenegro, E. Montarroyos, J.C.D. de Jesus, A. Restalks, e S.M. Rezende  
Departamento de Física-UFPE, 50732-910, Recife-PE

Medidas de susceptibilidade AC foram realizadas a campo nulo no antiferromagneto fracamente anisotrópico diluído  $Mn_{0.35}Zn_{0.65}F_2$ . Para um campo de modulação de amplitude  $H_{ac} \ll 10$  Oe aplicado paralelamente à direção fácil [001], encontramos uma susceptibilidade dependente da frequência em baixas temperaturas, indicando que aglomerados de spin congelados coexistem com o ordenamento antiferromagnético no cristal. Quando o campo de modulação é aplicado perpendicular a [001], um desvio do comportamento tipo Curie-Weiss em baixas temperaturas indica que alguns dos aglomerados de spin estão orientados espacialmente. O efeito da presença desses aglomerados na estabilidade do ordenamento de longo alcance antiferromagnético em amostras altamente diluídas de  $Mn_xZn_{1-x}F_2$  não se encontra bem estabelecido e merece futuras investigações.

† Trabalho parcialmente financiado por CNPq, CAPES, FACEPE e FINEP.

## Magnetismo

MAG / 5ª f / 11:15

### DENSIDADE ESPECTRAL DE MODOS MAGNETOSTÁTICOS EM ANTIFERROMAGNÉTOS A TEMPERATURAS FINITAS.

N. S. Almeida e A. S. Carrico  
Depto. de Física Teórica e Experimental/UFRN  
59 072-070 - Natal - RN

A partir do conhecimento da resposta dinâmica de antiferromagnetos uniaxiais a temperaturas finitas, obtemos as curvas de dispersão para os polártons de volume e superfície nestes materiais dentro da aproximação estática (polártons não retardados) e estudamos os efeitos de flutuações da temperatura sobre as mesmas. A densidade espectral é obtida através do cálculo do traço da função de Green calculada a uma temperatura fixa. Resultados numéricos são apresentados para o  $\text{FeF}_2$ .

MAG / 5ª f / 11:30

### POLÁRITONS EM SUPER REDES ANTIFERROMAGNÉTICAS: UM TESTE DA TEORIA DE MEIO EFETIVO.

Flávio R. Soares e N. S. Almeida  
Depto. de Física Teórica e Experimental/UFRN  
59 072-070 - Natal - RN

O estudo de modos mistos em super redes é significativamente simplificado se o composto artificial pode ser visto como um meio único que tenha as mesmas características do sistema em camadas. Usando diferentes aproximações, vários autores verificaram que, no limite onde o comprimento de onda da excitação é muito maior que as espessuras dos filmes constituintes, é possível descrever o sistema como um meio único cuja resposta dinâmica incorpora as propriedades físicas de cada filme através de médias convenientemente definidas. Usando esta aproximação, Oliveros et. al. [J. Phys.: Condens. Matter 4, 8497, (1992)] estudaram o comportamento dos polártons em super redes antiferromagnéticas com diferentes constituições. Neste trabalho utilizamos um formalismo exato (matriz transferência) para estudarmos o comportamento dos polártons nas super redes estudadas na referência acima citada e comparamos os resultados com aqueles ali apresentados.

MAG / 5ª f / 11:45

### SISTEMA AUTOMÁTICO DE MEDIDAS DE SUCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA DE FITAS ANTONIO SERGIO C. DE MENEZES - DR. ENG. ELÉTRICA - DIM - CT - UFPB

Foi montado um sistema automático de medidas de susceptibilidade magnética de fitas amorfas metálicas que são fabricadas no Laboratório de Materiais do Departamento de Engenharia Mecânica do Centro de Tecnologia da UFPB. Para isso, montamos um susceptômetro onde são perados dois campos, um AC e outro DC. A variação do campo DC permite traçar a curva de magnetização do material desde -50 Gauss até +50 Gauss graças a um amplificador de potência.

O levantamento das curvas (incluindo a do histerese) é feito automaticamente conectando-se o susceptômetro a um amplificador Lock-in e este último a um microcomputador compatível com IBM-PC através de interface RS-232.

---

Este trabalho contou com o apoio da FINEP e do Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco.

## Magnetismo

MAG / 5ª f / 12:00

### USO DE AMPLIFICADOR LOCK-IN EM MEDIDAS ELETRÔNICAS

ANTONIO SERGIO C. DE MENEZES - DR. ENG. ELÉTRICA - DTM -CT - UFPB

O amplificador lock-in se mostra um instrumento muito importante em muitas das medidas eletrônicas realizadas em laboratório. principalmente quando estas medidas envolvem grandezas físicas. O lock-in é na última análise um voltmetro AC com alta rejeição ao ruído que pode ter até 20.000 vezes o valor do sinal que tentamos medir.

O lock-in é usado em uma variedade de aplicações. Medidas diretas com um eletrômetro, por exemplo, é sempre acompanhada de flutuações (*drift*) Modulando-se a entrada experimental em uma frequência que também é alimentada na entrada de referência do amplificador lock-in, o *drift* DC é eliminado, conseguindo-se, assim, uma altíssima rejeição nas frequências de interferência.

**GT13: ESPECTROSCOPIA,  
FÍSICA ATÔMICA e  
MOLECULAR**

**LOCAL: SALA 7**

**QUINTA-FEIRA**

**1 SEÇÃO 16:00 - 17:15**  
**COORD.: José Mendes Filho - UFC**  
**SUP.: Isaac M. Xavier Jr. - UFPE**

## **Espectroscopia, Física Atômica e Molecular**

**ERFA / 5<sup>o</sup> f / 16:00**

### **CONTROLE DA FOTODISSOCIAÇÃO MOLECULAR ATRAVÉS DE PULSOS ULTRACURTOS DE LASER COM CHIRPING**

Patrícia M.A. de Várias e Isaac M. Xavier Jr.  
Departamento de Química Fundamental-UFPE.

Recentemente uma nova estratégia de controle molecular que utiliza pulsos ultracurtos de laser com varredura na sua frequência óptica (*chirping*) foi aplicada à molécula *HF* [1]. Esta técnica é empregada no estudo do controle da fotodissociação da molécula do bromo onde um pulso ultracurto no infravermelho com *chirping* atua na região do cruzamento das curvas de energia potencial de estados excitados ligado e dissociativo. A taxa de *chirping* é função de parâmetros ópticos que permitem a transferência coerente de população entre os níveis vibracionais envolvidos.

I. S. Chelkowski, A.D. Bandrauk e P.B. Corkum, *Phys. Rev. Lett.* **65**, 2355 (1990).

**ERFA / 5<sup>o</sup> f / 16:15**

### **IMPUREZAS EM CADEIAS POLIMÉRICAS**

Sérgio A.F. Azewdo, Celso P. de Melo e Maurício Coutinho  
Departamento de Física-UFPE.

Polímeros do tipo  $AB_2$  apresentam a característica peculiar de que a densidade local de estados eletrônicos exibe uma singularidade característica. A existência e o valor do gap central entre as bandas de valência e de condução são dependentes dos valores adotados para os parâmetros, em particular, a diferença entre as integrais de repulsão eletrônica intra-sítio para as espécies A e B determina a magnetização e distribuição de carga ao longo da cadeia. Nesta comunicação apresentamos resultados de uma investigação sistemática de polarização de spin correspondente, quando uma onda amortecida de densidade de spin centrada na posição da impureza, surge ao longo da cadeia. O mapeamento dos efeitos correspondentes como função das intensidades relativa dos termos de repulsão coulombiana intra-sítio é efetuado, bem como a interação mútua entre impurezas.

**ERFA / 5<sup>o</sup> f / 16:30**

### **PHASE TRANSITION IN KDP INDUCED BY A STATIC ELECTRIC FIELD**

F.E.A. Melo, S.G.C. Moreira, J. Mendes Filho and J.E. Moreira  
Departamento de Física-Universidade Federal do Ceará

Raman spectra of KDP were obtained with a static electric field applied in the [001] direction of the orthorhombic (ferroelectric) structure, at temperatures 20K and 110K. Large qualitative modifications were observed in the Raman spectra for static electric fields 5500 V/cm or larger. These modifications were interpreted as result of a phase transition due to changes in the symmetry of the phosphate ion sites. The Raman spectra are similar to those observed with KDP crystals under uniaxial pressure, at a temperature 110K. The reversibility of the new phase transition is discussed.

## Espectroscopia, Física Atômica e Molecular

ERFA/5º f/16:45

### POLARIZABILIDADE DA MOLÉCULA DE HIDROGÊNIO VIA ALTERNANT MOLECULE ORBITALS (AMO)

E. de Brito Mota<sup>†</sup>, H. S. Campos<sup>‡</sup> e A. Ferreira da Silva<sup>\*\*</sup>

<sup>†</sup> Instituto de Física - UFBA, Salvador - BA

<sup>‡</sup> INPE/LAS, São José dos Campos

O tensor polarizabilidade da molécula de hidrogênio H<sub>2</sub>, imersa em um campo elétrico uniforme, é determinado através do método das pequenas perturbações independente do tempo. Para o cálculo das energias de ordem zero foi utilizado o tratamento "Alternant Molecule Orbitals" (AMO)<sup>(1)</sup>. Como resultado já foram obtidas as componentes paralela e perpendicular do tensor polarizabilidade.

1. F. de Brito Mota and A. Ferreira da Silva, Int. J. Quantum Chem. Symp. 24, 411 (1990).

ERFA/5º f/17:00

### Intensidades 4f-4f em Meios Amorfo Contendo Partículas Metálicas.

Marcos Couto, Maria Isabela Almeida, Sandro Cardoso. Depto. de Física-UFAL.

O estudo de intensidades de transições 4f-4f em meios amorfo contendo partículas metálicas, tem mostrado que a interação entre os íons emissores e as partículas pode gerar aumento ou supressão de fluorescência. Em particular, vidros fluoroboratos dopados com íons Eu(III) contendo partículas de prata, mostram que se as partículas são grandes (raio  $a > 40\text{Å}$ ), há supressão de fluorescência. Se as partículas são pequenas ( $a < 20\text{Å}$ ), observa-se ganho de fluorescência. A proximidade física entre íons e partículas e a mudança de natureza das transições eletrônicas nas partículas indicam ser transferência de energia o mecanismo dominante no processo. A proximidade física promove uma alta interpenetração dos estados quânticos dos íons e partículas e a mudança da natureza (partículas grandes - excitação eletrônica coletiva; partículas pequenas - excitação eletrônica simples) define o sentido preferencial para a transferência de energia.

ERFA/5º f/17:15

### ESPALHAMENTO MOLECULAR EM SUPERFÍCIES LÍQUIDAS

Cristina M. Quintella, A. J. McCaffery, M. Zidan

MOLES, Univ. Sussex, UK

Este trabalho tem por objetivo o estudo da dinâmica molecular da interface líquido/gás. Um feixe molecular supersônico e pulsado de argônio e iodo, com energia translacional de  $55\text{ kJ mol}^{-1}$ , colide com uma superfície líquida composta essencialmente por grupos metila. Os dados são obtidos com o líquido a duas temperaturas diferentes (300 K e 330 K).

Usando fluorescência induzida por laser (LIF), as moléculas de iodo são analisadas antes e depois da interação. As evoluções temporais da temperatura vibracional, da temperatura rotacional e do número de moléculas são determinadas.

A resolução de I<sub>2</sub> permite a separação entre os sinais de espalhamento inelástico e de desorção. Baseados nas características de cada sinal são identificados os mecanismos predominantes da interação.

A energia de desorção estimada é de  $30\text{ kJ mol}^{-1}$  e a frequência pre-exponencial é de  $3 \times 10^{10}\text{ Hz}$ , indicando um potencial de interação relativamente raso.

# GT14: POLÍMEROS

LOCAL: SALA 5

**SEXTA-FEIRA**

1 SEÇÃO 16:00 - 17:00  
COORD.: Fernando S. Moraes - UFPE  
SUP.: Luciano R. da Silva - UFRN



## Física dos Polímeros

POL / 6º f / 16:00

BALANÇO ENERGÉTICO ENTRE O PROCESSO DE POLARIZAÇÃO E O CALOR LIBERADO NA TRANSIÇÃO FERRO-PARA EM POLÍMEROS FERROELÉTRICOS.

JOÃO NARIZ GUIMARÃES NETO - UFPI

Foi estimada a energia consumida no processo de polarização de um polímero ferroelétrico através da curva de histerese  $E \times P$ . Esta energia é comparada com o calor liberado durante a transição ferro-para obtido através de medida do DSC em amostras com e sem polarização prévia. Os resultados obtidos ficaram muito fora do esperado. É proposta uma explicação física para o fenômeno.

POL / 6º f / 16:15

### Efeitos de Auto-Bloqueio e Obstrução por Impurezas para Polímeros em 3 dimensões

Hélio Henrique A. Rego e Joab Lourenço  
FET - Programa Especial de Treinamento (CAPES-UFRN)

Luacy S. Lucena e Luciano R. da Silva  
Departamento de Física Teórica e Experimental da UFRN

Simulamos o crescimento de polímeros em Meios Desordenados numa Rede Cúbica ( $d=3$ ), usando um Modelo de Crescimento Cinético Generalizado, incluindo ramificações e impurezas que servem de obstáculos. Embora os efeitos de auto-bloqueio sejam muito menores num espaço tridimensional que em 2 dimensões, parecem ainda serem suficientes para causarem uma transição de fase do tipo finito-infinito. Através das curvas de polidispersão determinamos o tamanho médio de cada trecho linear do polímero, e consequentemente fazemos uma estimativa aproximada da probabilidade de ramificação necessária para compensar as perdas por obstrução. Obtemos o diagrama de fase e as características fractais do sistema, em função dos diferentes parâmetros.

Apoio da CAPES, CNPq, FINEP e PADCT

POL / 6º f / 16:30

### Autômatos Celulares aplicados a Polímeros no Ensemble Microcanônico

Nisar Rocha de Oliveira  
PET - Programa Especial de Treinamento em Física (CAPES/UFRN)

Luacy dos Santos Lucena e Luciano Rodrigues da Silva  
Departamento de Física Teórica e Experimental da UFRN

A geração de cadeias longas com a condição de volume excluído (polímeros lineares) em duas dimensões é uma tarefa difícil devido ao efeito de encavalamento que acarreta uma distribuição de polidispersão do tipo exponencial negativa. Isto traduz uma efetiva localização ou confinamento espacial do polímero, com o expoente determinando o tamanho médio (finito) da macromolécula. Neste trabalho usamos um autômato celular, semelhante ao Q2R, para obter um ensemble microcanônico de cadeias, permitindo o cálculo estatístico das propriedades de polímeros com grande índice de polimerização  $N$ . As regras do autômato celular, além de conservarem  $N$ , e preservarem a condição de volume excluído, mantêm constante o número de ligações frustradas e consequentemente a energia do sistema. Este método apresenta vantagens sobre as simulações mais comuns, principalmente no que diz respeito à rapidez de cálculo.

Apoio: CAPES, FINEP/PADCT e CNPq

## Física dos Polímeros

POL/6<sup>o</sup>f/16:45

### ESTUDO DE MACROMOLÉCULAS DENDRÍTICAS COM ARQUITETURA HIPERBÓLICA

Fernando Moraes e Antonio de Pádua, Departamento de Física-UFPE,  
Isaac M. Xavier Jr e Carmita F. Portela,  
Departamento de Química Fundamental-UFPE.

Recentemente tem sido possível sintetizar e caracterizar dendrímeros de hidrocarbonetos macromoleculares [1]. O maior deles já caracterizado, o  $C_{1134}H_{1146}$ , consiste de um esqueleto com 94 unidades do monômero fenilacetileno (94-mer). Este dendrímero tem uma representação bidimensional similar à rede de Bethe tricoordenada [1]. O modelo gerado no computador [2] tem arquitetura globular com várias reconstruções e ondulações no seu interior, características de uma superfície com curvatura negativa (hiperbólica). Neste trabalho adaptamos o modelo hiperbólico da rede de Bethe [3] ao  $C_{1134}H_{1146}$  e fazemos uso de suas simetrias para inferir suas propriedades estruturais e eletrônicas.

1. Z. Xu and J.S. Moore, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **32**, 246 (1993).
2. R. Dagani, *Chem. & Eng. News*, **11**, n<sup>o</sup>915, 26 (1993).
3. J.A. de Miranda-Neto and Fernando Moraes, *J. Phys. I (France)* **3**, 29 (1993), 2, 1657 (1992).

POL/6<sup>o</sup>f/17:00

### ISOTERMAS DE PREPARAÇÃO DE FILMES DE LANGMUIR-BLODGETT DE MISTURAS DE 3, HEXADECILTIOFENO E ÁCIDO BEHÊNICO

C. P. de Melo<sup>1</sup>, R. Souto Maior<sup>2</sup> e C. G. dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física - UFPE, 50739 Recife Pernambuco

<sup>2</sup>Departamento de Química Fundamental - UFPE, 50739 Recife Pernambuco

Devido a baixa hidrofiliçidade do monômero, filmes de Langmuir formados a partir de soluções puras de alquil-tiofenos não se apresentam estáveis, enquanto monocamadas estáveis podem ser obtidas pela adição de uma molécula de caráter marcadamente anfifílico à solução. Desse modo, isotermas foram obtidas para o processo de compressão lateral de monocamadas preparadas a partir de misturas de alquil tiofenos e ácido behênico, em várias concentrações relativas.

Neste trabalho apresentamos os resultados correspondentes para filmes de Langmuir obtidos pela mistura de 3 hexadecil tiofeno e ácido behênico, bem como são discutidas as condições de transferência de monocamadas formadas para um substrato sólido.

(Apoio: FINEP, FACEPE, CNPq e Programa RHA/E)

# GT15: FÍSICA COMPUTACIONAL

LOCAL: SALA 7

## SEXTA-FEIRA

I SEÇÃO 09:30 - 10:30  
COORD.: A. J. C. Sampaio - UFC  
SUP.: Júlio W. Ribeiro - UFC

II SEÇÃO 11:00 - 11:45  
COORD.: A. J. C. Sampaio - UFC  
SUP.: Júlio W. Ribeiro - UFC

III SEÇÃO 16:00 - 16:45  
COORD.: A. J. C. Sampaio - UFC  
SUP.: Júlio W. Ribeiro - UFC

## Física Computacional

FIC/6º f/09:30

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE ESCOAMENTO TURBULENTO NA REGIÃO DE ENTRADA DE DUTOS DE SEÇÃO CIRCULAR.

Claudio Bezerra de Carvalho<sup>1,2</sup>; Manuel da Silva V. de Almeida<sup>2,3</sup>

(1) FPPA-UNEB, (2) UNICAMP, (3) EPEI

O presente trabalho tem por objetivo apresentar os resultados obtidos com a utilização do Método dos Volumes Finitos (MVF) e o modelo de turbulência  $k$  e  $\epsilon$  para solução das equações de Navier-Stokes na região de entrada de um duto de seção circular. O campo de velocidade média e as grandezas turbulentas são comparados com resultados obtidos na literatura.

FIC/6º f/09:45

ESCOLHA DE UM ESQUEMA NUMÉRICO PARA SOLUÇÃO DA EQ. DE ADVECÇÃO

A.A.Costa e A.J.C.Sampaio

As equações que governam a dinâmica da atmosfera contém obrigatoriamente um termo advectivo. A escolha de um esquema numérico para resolver tais equações é complexo. O nosso trabalho está na fase inicial de montagem da dinâmica e para tanto foi feita uma análise comparativa de vários esquemas advectivos. Destes concluímos que o método de Lax-Wendroff e o Cubic Spline, dentro de critérios de estabilidade, eficiência e conservação, representam uma solução eficiente.

FIC/6º f/10:00

SIMULAÇÃO DE CRESCIMENTO DE GOTAS POR CONDENSAÇÃO

J.B.V.Leal Jr e A.J.C.Sampaio

Um dos processos mais interessantes que ocorrem na atmosfera é a formação de nuvens. O desencadeamento da nucleação de CCNs, acompanhado pelo processo de crescimento das pequenas gotículas por condensação, rapidamente leva a tamanho de gotas aptas a coagular e fortemente se prepararem para o processo final da precipitação. Nosso intuito com este trabalho é tentar compreender melhor todos estes processos de crescimento das gotas. Para tanto utilizaremos um modelo simplificado unidimensional<sup>(1)</sup>, que tenta simular tais situações complexas. Os nossos resultados são preliminares mas já estão bem avançados.

(1) Kinetics of droplet growth process: Simulations, Theory and experiments.

F.Family and P.Meakin, Phys. Rev. A 40 (1989) 3836

(2) One-dimensional models of growing and coalescing droplets.

I.Yekutieli, C.Godrèche and B.Derrida, Physica A 185 (1992) 240-244

FIC / 6ª f / 10:15

***EFEITOS HIDRODINÂMICOS NA TRANSFERÊNCIA  
SIMULTÂNEA DE CALOR E MASSA EM MEIOS CAPILARES POROSOS.***  
**RIBEIRO, J.W. , E ANDRADE, J.S. - UFC**

Durante os processos de secagem de alta intensidade, ocorre transferência de massa em função de um gradiente interno de pressão. As equações de conservação de energia, massa e momento, que regem o fenômeno, são acopladas. Apresenta-se um método híbrido analítico-numérico para solução do problema.

FIC / 6ª f / 10:30

***ESQUEMA NUMÉRICO ADAPTATIVO PARA  
ACELERAÇÃO DA CONVERGÊNCIA.***  
**RIBEIRO, J.W. , MATOS, F.F.S. , PEQUENO, M.C. - UFC**

Apresenta-se um procedimento adaptativo para solução de um problema transiente de condução de calor.

Correlacionam-se o erro prescrito, número de termos da expansão das autofunções e temperatura. Comparam-se os resultados com um esquema não adaptativo.

FIC / 6ª f / 11:00

***TRANSFERÊNCIA SIMULTÂNEA BIDIMENSIONAL DE MASSA E  
CALOR EM MEIOS CAPILARES POROSOS.***  
**RIBEIRO, J.W. , DUARTE, J.B.F. E COTTA, R.M. - UFC**

O problema de transferência simultânea de calor e massa, postulado por LUIKOV, é expresso por um sistema de equações diferenciais parciais acoplado com condições de contorno fortemente acopladas. Até recentemente, este era considerado não atrativo do ponto de vista analítico-numérico.

Propõem-se a solução bidimensional pela recém-avanzada Técnica da Transformada Integral, com controle prescrito de erro. Analisa-se um processo adaptativo para controle do erro. Utilizam-se problemas auxiliares desacoplados, evitando-se assim autovalores complexos.

## Física Computacional

FIC/6ª f/11:15

### DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DE MODELAMENTO EM AMBIENTE WINDOWS

**Jobson Moreira Marques, Jeanlex Soares de Sousa, Niudomar Siqueira, de A. Chaves, Frederico Dias Nunes, José Evangelista de C. Moreira**  
Depto. de Física da UFC

A proposta deste trabalho é o desenvolvimento de um software de modelamento matemático cuja finalidade é oferecer, aos profissionais dos setores tecnológico, científico e acadêmico, uma ferramenta de análise de eventos físicos ou de comportamento de componentes, equipamentos ou instrumentos. Visa, com isto, facilitar atividades relacionadas a projetos, cálculos auxiliares, cursos e outras aplicações. O MAC ( Modelamento Auxiliado por Computador ) foi desenvolvido em linguagem de alto nível (*TURBO PASCAL*) para ser executado em ambiente *WINDOWS*, sendo destinado a microcomputadores IBM-PC e compatíveis. O MAC é composto de um núcleo onde diversos blocos de cálculo podem ser editados e armazenados, cada um deles sendo dedicado a um fim específico ou interconectados. O núcleo de cálculo pode ser manipulado por diversas facilidades colocadas à disposição do usuário. Entre elas se encontram por exemplo: cálculo de família de curvas para um dos parâmetros envolvidos nos cálculos, navegação coerente entre os módulos e etapas de cálculo, armazenamento de resultados em arquivo, saída de dados e gráficos em impressoras matriciais ou a laser.

FIC/6ª f/11:30

## Um Laboratório para Sistemas Desordenados no Computador

**Carlos H. Grilo Diniz, Aluízio F. Rocha Neto e Hugo A. Dantas do Nascimento**  
*Programa Institucional de Iniciação Científica (CNPq/UFRN)*  
**Luácir dos Santos Lucena e Luciano Rodrigues da Silva**  
*Departamento de Física Teórica e Experimental da UFRN*

Desenvolvemos um "software" para uso em computadores pessoais do tipo 386, capaz de tornar possível a visualização de uma série de fenômenos relacionados com sistemas com muitos graus de liberdade e com desordem, bastante relevantes na Física Contemporânea. Muitas "experiências" sobre fenômenos críticos, transições ordem-desordem, processos Markovianos e não-Markovianos, crescimento de macromoléculas, determinação de classes de universalidade, sobre as propriedades fractais de polímeros lineares e ramificados, e sobre o efeito da geometria, da conectividade e da desordem na conformação de cadeias em crescimento, podem ser "realizadas" ou simuladas pelos estudantes com o uso deste "software". O programa tem mais de 3000 linhas de código e foi preparado para uso em ambiente *Windows*. Demonstramos que o computador pode ser utilizado como uma espécie de laboratório teórico, ajudando os estudantes a se tornarem familiarizados com a fenomenologia de processos que, em geral, ocorrem no nível microscópico, e a ganharem intuição e motivação para enfrentarem problemas mais complexos. É provável que este "software" seja distribuído pela Sociedade Brasileira de Física.

FIC/6ª f/11:45

## Competição entre Caminhantes Aleatórios num Modelo com danos irreversíveis

**Samuel Rodrigues G. Júnior e Suzana Nóbrega de Medeiros**  
*PET - Programa Especial de Treinamento (CAPES-UFRN)*  
**H. J. Rühlhorst, Luácir S. Lucena e Luciano R. da Silva**  
*Departamento de Física Teórica e Experimental da UFRN*

Usamos o Método da Função de Green e outros métodos analíticos para estudar a interface entre duas regiões que são povoadas por dois caminhantes aleatórios, associados a cores diferentes, por exemplo, azul e vermelha. Cada sítio adquire a cor do caminhante que o visita pela primeira vez. Em duas dimensões, a fronteira entre as duas regiões onde o azul e o vermelho são dominantes apresenta um comportamento bastante complexo. Este modelo apresenta algumas aplicações na Física e em outras Ciências. Determinamos as expressões para as distribuições dos sítios ocupados após um tempo muito grande. Alguns casos particulares são analisados e discutidos.

*Apoio da CAPES, CNPq, FINEP e PADCT*

## Física Computacional

FIC/6º F/16:00

### SIMULADOR DO BACKPROPAGATION PARA REDES NEURAIS ARTIFICIAIS (RNAs)

**FERNANDO ANLÔNIO MAIA FERREIRA, GABRIEL PAULINO S. JUNIOR, JOSÉ EVANGELISTA DE CARVALHO MOREIRA, FREDERICO IRIAS NUNES, JOSUÉ MENDES FILHO**

Departamento de Física - UFC

Este software é um simulador do Backpropagation, capaz de ensinar a uma rede neural artificial alguns padrões, tais como: "ou-exclusivo", paridade, etc. Está dividido em duas partes, a saber: treinamento e execução. Uma rede neural usando o método do backpropagation é composta de várias camadas de neurônios: entrada, oculta e saída. Cada neurônio de uma camada somente poderá se conectar com os neurônios da camada seguinte, não podendo haver ligações entre neurônios de uma mesma camada e nem mesmo realimentações para camadas anteriores. O conjunto de ligações entre as camadas é chamado de Matriz de Pesos. Durante a fase de treinamento, a matriz de peso é modificada a fim de obter valores ideais, de modo que para cada entrada corresponda uma saída desejada ou aproximada. O desempenho da rede depende de vários parâmetros. A análise da influência destes parâmetros permite uma otimização nos processos de aprendizagem e execução de tarefas.

FIC/6º F/16:15

### TRANSIÇÃO DE FASE CAÓTICA-INTERMITENTE EM REDE NEURAL COM LINIAR VARIÁVEL

**Daniel M. Auro e José E. Moreira** Depto. de Física - Univ. Federal do Ceará.

Neste trabalho foi estudado o comportamento de uma rede neural diluída (Baixa taxa de sinapses por neurônio) e assimétrica. Um neurônio da rede pode se encontrar nos estados excitado ou quiescente. O estado de um neurônio é determinado pela soma dos estímulos recebidos de outros neurônios através das sinapses que podem ser inibitórias ou excitatórias. Caso esta soma ultrapasse o limiar  $L(t)$ , o neurônio passa ao estado excitado, caso contrário passa ao estado quiescente. O limiar  $L(t)$  varia no tempo segundo a relação  $L(t+1) = L(t) - p|L(t)| + q \cdot A(t)$  onde  $p$  e  $q$  são parâmetros positivos livres e  $A(t)$  é a atividade média dos neurônios da rede. Variando-se os parâmetros  $p$  e  $q$  verificam-se várias mudanças no comportamento da rede, das quais nos concentramos nas mudanças de fase alternante-intermitente e intermitente-caótica. O gráfico de mudanças de fase  $p \times q$  foi comparado com resultados de cálculos analíticos obtidos a partir do estudo dos gráficos de primeiro retorno  $L(t+1) \times L(t)$  para as fases caótica e intermitente.

FIC/6º F/16:30

### DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ÓPTICO BIDIRECIONAL PARA COMUNICAÇÃO DE DADOS

**Carlos W. de A. Páez, S. Giovany C. Gomes, F. D. Nunes, J. E. de C. Moreira**  
Departamento de Física da UFC

Um dos problemas na automação (controle, aquisição e processamento de dados) em laboratórios científicos é o uso de cabos elétricos metálicos para a interconexão entre os sistemas de controle (Microcomputador) e de medidas. Como é sabido, os cabos metálicos limitam a distância entre os dois sistemas supra-citados, bem como têm limitações quanto à sua banda passante. No atual trabalho estamos desenvolvendo um sistema bi-direcional (DUPLEX) óptico, usando fibras padrão IBM (núcleo de 62,5  $\mu\text{m}$ ) e aceptadores ópticos passivos feitos a fibra óptica. O sistema viabiliza a interligação entre microcomputadores do tipo IBM-PC e vários experimentais, usando-se apenas uma só porta para transmissão (TX) e recepção (RX). Com isto se resolve por exemplo problemas de espaço físico para acesso ao computador caso cada linha de TX e RX ocupe uma fibra específica. Entretanto, a comunicação duplex traz problemas, principalmente, quanto às reflexões de Fresnel e ao retro-espalhamento Rayleigh com os quais passa a haver limitações de latência mínima da rede e quanto ao limite mínimo da taxa de transmissão. Este último em face da geração de sinal AC retro-espalhado. Tais problemas são discutidos e analisados neste trabalho. O projeto inclui um gerenciamento dos terminais remotos via software e protocolo de acesso.

*Este trabalho é desenvolvido com o apoio da DRF-CPQD/Telebrás*

## Física Computacional

FIC/6<sup>o</sup>f/16:45

### DINÂMICA MOLECULAR EM SISTEMAS AMORFOS COM INTERAÇÃO TIPO "STICK"

D.M. MEDEIROS, A.A. MOREIRA, A.D. ARAÚJO, J.S. ANDRADE, G.A. FARIAS  
Depto. de Física, Universidade Federal do Ceará, CEP 60451-970

Com a técnica de dinâmica molecular estudamos as propriedades de um sistema amorfo que interage através de um potencial tipo "stick". O sistema considerado é estudado no "ensemble" microcanônico e calculamos a função correlação, auto-difusão e propriedades termodinâmicas.

Até o

XII EFNNE



N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
ALUISIO F. DA ROCHA NETO	UFRN	FIC	6a	11:30h
ANA B. P. MAIA	UFC	SEM	6a	12:00h
ANA K. B. GOMES	UFPE	MAT	5a	10:00h
ANA LUCIA DANTAS	UFRN	MAG	5a	10:30h
ANA LUIZA V. DE S. ROLIM	UFPE	SUP	6a	16:00h
ANA LUZIA DE SOUZA SILVA	UFPE	OTI	5a	11:30h
ANANIAS M. MARIZ	UFRN	EST	5a	12:00h
ANANIAS M. MARIZ	UFRN	BST	6a	09:45h
ANDERSON S. L. GOMES	UFPE	INS	5a	12:00h
ANDERSON S. L. GOMES	UFPE	OTI	5a	10:30h
ANDERSON S. L. GOMES	UFPE	OTI	5a	16:00h
ANDERSON S. L. GOMES	UFPE	OTI	6a	10:00h
ANDRE AUTO MOREIRA	UFC	FIC	6a	16:45h
ANDRE D. FREITAS	UFPE	EST	6a	11:30h
ANDRES ROSALIS RIVERA	UFPE	MAG	5a	10:00h
ANDRES ROSALIS RIVERA	UFPE	MAG	5a	11:00h
ANTONIO ADILTON O. CARNEIRO	UFBA	MAT	6a	09:30h
ANTONIO CARLOS PEREIRA	UFMA	MAT	5a	12:00h
ANTONIO DE PADUA SANTOS	UFPE	EST	6a	11:45h
ANTONIO DE PADUA SANTOS	UFPE	POL	6a	16:45h
ANTONIO B. DO NASCIMENTO	UFS	MAT	5a	11:00h
ANTONIO F. SIQUEIRA	UFC	ENS	5a	18:00h
ANTONIO J. DO NASCIMENTO	UFPE	ENS	5a	16:45h
ANTONIO J. SIQUEIRA	UFC	MAT	5a	17:45h
ANTONIO JOSE DA C. SAMPAIO	UFC	FIC	6a	09:45h
ANTONIO JOSE DA C. SAMPAIO	UFC	FIC	6a	10:00h
ANTONIO JOSE DA C. SAMPAIO	UFC	FAG	5a	18:45h
ANTONIO JOSE DA C. SAMPAIO	UFC	BST	5a	11:15h
ANTONIO JOSE DA C. SAMPAIO	UFC	SEM	6a	09:30h
ANTONIO JOSE DA C. SAMPAIO	UFC	SEM	6a	12:00h
ANTONIO JOSE ORNELLAS FARIAS	UFAL	ENS	6a	11:00h
ANTONIO PINTO NETO	UFMA	SEM	6a	16:15h
ANTONIO ROAZZI	UFPI	ENS	6a	10:00h
ANTONIO SERGIO B. SOMBRA	UFC	MAT	5a	16:00h
ANTONIO SERGIO B. SOMBRA	UFC	MAT	5a	16:15h
ANTONIO SERGIO B. SOMBRA	UFC	MAT	5a	16:30h
ANTONIO SERGIO B. SOMBRA	UFC	MAT	5a	16:45h
ANTONIO SERGIO B. SOMBRA	UFC	OTI	5a	17:30h
ANTONIO SERGIO B. SOMBRA	UFC	OTI	5a	17:45h
ANTONIO SERGIO C. BSPERIDIAO	UFBA	BST	5a	16:45h
ANTONIO SERGIO C. BSPERIDIAO	UFBA	SEM	6a	16:30h
ANTONIO T. VARELA	UFC	INS	5a	11:15h
ARNALDO CARVALHO	UFPE	BNS	5a	16:15h
ARTHUR S. CARRICO	UFRN	MAG	5a	10:30h
ARTHUR S. CARRICO	UFRN	MAG	5a	11:15h
ASCANIO DIAS ARAUJO	UFC	FIC	6a	16:45h
BASILIO BASEIA	UFPE	OTI	5a	11:30h
BASILIO BASEIA	UFPE	OTI	6a	10:30h
BASILIO BASEIA	UFPE	OTI	6a	16:45h
BLENIO J. P. SILVA	UFPE	OTI	6a	11:30h
BRUNO G. C. DA CUNHA	UFPE	FBS	6a	11:00h
BRUNO G. C. DA CUNHA	UFPE	FBS	6a	11:15h

N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
A. C. PAVAO	UFPE	MAT	5ª	09:30h
A. C. PAVAO	UFPE	MAT	5ª	10:00h
A. FERREIRA DA SILVA	UFBA/INPE	SEM	6ª	18:15h
A. FERREIRA DA SILVA	UFBA/INPE	ERFA	5ª	16:45h
A. FERREIRA DA SILVA	UFBA/INPE	SEM	6ª	16:00h
A. FERREIRA DA SILVA	UFBA/INPE	SEM	6ª	17:00h
A. FERREIRA DA SILVA	UFBA/INPE	SEM	6ª	18:00h
A. FERREIRA DA SILVA	UFBA/INPE	SEM	6ª	16:00h
A. FERREIRA DA SILVA	UFBA/INPE	SEM	6ª	16:00h
A. J. MCCAFFERY	UN. SUSSEX	ERFA	5ª	17:15h
A. LEZAMA	IFQSC-USP	OTI	6ª	09:30h
A. M. C. DE SOUZA	UFS	EST	5ª	18:00h
A. MAIA JR	UNICAMP	CAP	6ª	09:30h
A. MURILO S. MACEDO	UN. OXFORD	EST	6ª	10:15h
A. O. SOUSA	UFC	FAG	5ª	17:30h
A. P. SILVA	UFC	FAG	5ª	17:30h
A. PADUA C. PIRES	UFC	SEM	6ª	12:00h
A. SERGIO C. DE MENEZES	UFPB	MAG	5ª	11:45h
A. SERGIO C. DE MENEZES	UFPB	MAG	5ª	12:00h
A. TUBOY	IFQSC-USP	OTI	6ª	09:30h
A. V. SOARES	UFRN	MAT	5ª	10:30h
ADELSINDO L. DE BRITO	UFPB	OTI	5ª	11:30h
ADELSINDO L. DE BRITO	UFPB	OTI	6ª	16:15h
ADEMIR E. SANTANA	UFBA	FMA	5ª	09:30h
ADEMIR E. SANTANA	UFBA	FMA	5ª	10:00h
ADERSON FARIAS DO NASCIMENTO	UFRN	MAT	6ª	10:30h
ADOLFO P. C. MALBOUSSON	CBPF	FMA	5ª	10:15h
ADRIANO T. DE BARROS	UFRR	CAP	5ª	17:15h
AFONSO A. N. DE SOUZA	UFC	ENS	5ª	16:00h
AFRANIO A. COELHO	UFC	FAG	5ª	17:45h
ALAN WILTER S. DA SILVA	UFPA	BNS	5ª	16:30h
ALBERTO U. SAO PAULO	UFBA	MAT	6ª	09:45h
ALESSANDRO CARVALHO	UFPE	OTI	6ª	10:15h
ALEXANDER LAZARIAN	U. CAMBRIDG	CAP	6ª	10:15h
ALEXANDER LAZARIAN	U. CAMBRIDG	CAP	6ª	10:30h
ALEXANDER LAZARIAN	U. CAMBRIDG	CAP	6ª	16:15h
ALEXANDER LAZARIAN	U. CAMBRIDG	CAP	6ª	16:30h
ALEXANDRE A. COSTA	UFC	PIC	6ª	09:45h
ALEXANDRE A. G. NADER	UFPB	ENS	5ª	10:30h
ALEXANDRE C. A. DA COSTA	UFPE	INS	5ª	18:00h
ALEXANDRE DA S. ROSAS	UFPE	EST	5ª	10:30h
ALEXANDRE S. RAMOS	UFPE	MAT	5ª	09:30h
ALEXANDRE V. B. DA SILVA	UFBA	SEM	6ª	16:00h
ALEXANDRE V. B. DA SILVA	UFBA	SEM	6ª	16:45h
ALEXIS DE MEDEIROS TORRE	UFC	MAT	5ª	18:00h
ALFREDO N. C. SEREJO	UFC	FAG	5ª	16:30h
ALFREDO N. C. SEREJO	UFC	FAG	5ª	17:00h

N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
C. DA ROCHA	UFRN	CAP	6ª	11:45h
C. P. DE MELO	UFPE	POL	6ª	17:00h
C. P. DE MELO	UFPE	ERFA	5ª	16:15h
C. TSALLIS	CBPF	EST	5ª	11:30h
C. TSALLIS	CBPF	EST	5ª	18:00h
CAIO MARIO C. DE CASTILHO	UFBA	SUP	6ª	16:45h
CAIO MARIO C. DE CASTILHO	UFBA	SUP	6ª	17:00h
CARLA M. S. VIDAL SILVA	UFC	FAG	5ª	11:45h
CARLA M. S. VIDAL SILVA	UFC	FAG	5ª	12:00h
CARLA M. S. VIDAL SILVA	UFC	CAP	5ª	16:00h
CARLOS A. C. FEITOSA	UFC	OTI	5ª	17:45h
CARLOS A. DE LIMA RIBEIRO	UFPE	FMA	5ª	10:30h
CARLOS A. ROMERO	UFPB	CAP	5ª	17:15h
CARLOS ALBERTO S. DE ALMEIDA	UFC	CAP	5ª	16:00h
CARLOS ARGOLAN P. ALVES	UFAL	ENS	5ª	11:15h
CARLOS CHESMAN DE A. FEITOSA	UFPE	OTI	5ª	18:15h
CARLOS CHESMAN DE A. FEITOSA	UFPE	OTI	6ª	11:00h
CARLOS H. GRILLO DINIZ	UFC	FIC	6ª	11:30h
CARLOS JACINTO DE OLIVEIRA	UFC	FAG	5ª	18:30h
CARLOS WILLIAN DE A. PASCHOAL	UFC	CAP	6ª	16:30h
CARMITA F. PORTELA	UFPE	POL	6ª	16:45h
CASSIANO C. NETO	UFRN	ENS	6ª	09:30h
CELIA M. A. DANTAS	IFQSC-USP	OTI	6ª	10:30h
CELIA M. A. DANTAS	IFQSC-USP	OTI	6ª	16:45h
CESAR A. BONATO	UFPB	OTI	5ª	11:30h
CEZAR S. MARTINS	UFPE	MAG	5ª	10:15h
CICERO ROBERTO M. LOPES	UFC	MAT	5ª	18:30h
CICLAMIO L. BARRETO	UFRN	ENS	5ª	11:30h
CID B. DE ARAUJO	UFPE	OTI	5ª	10:30h
CID B. DE ARAUJO	UFPE	OTI	5ª	11:00h
CID B. DE ARAUJO	UFPE	OTI	5ª	11:15h
CID B. DE ARAUJO	UFPE	OTI	6ª	09:45h
CID B. DE ARAUJO	UFPE	OTI	6ª	11:30h
CID B. DE ARAUJO	UFPE	OTI	6ª	16:30h
CID B. DE ARAUJO	UFPE	OTI	6ª	17:30h
CLAUDIA A. DE S. MELO	UFC	OTI	6ª	12:00h
CLAUDIO A. BORGIO	UNICAMP	INS	5ª	11:15h
CLAUDIO ANDRADE MACEDO	UFS	EST	6ª	10:15h
CLAUDIO B. DE CARVALHO	UNEB	FIC	6ª	9:30 h
CLAUDIO B. S. FURTADO	UFPE	FES	6ª	11:00h
CLAUDIO B. S. FURTADO	UFPE	FES	6ª	11:15h
CLAUDIO H. P. DE MELO	UFRN	CAP	6ª	12:00h
CLAUDIONOR GOMES BEZERRA	UFRN	EST	6ª	09:45h
CLAYTON A. BENEVIDES	UFPE	INS	5ª	11:45h
CLECIO G. DOS SANTOS	UFPE	POL	6ª	17:00h
CLEIDE M. D. S. SILVA	UFPB-CG	ENS	5ª	11:45h
CLEIDE M. D. S. SILVA	UFPB-CG	ENS	5ª	17:00h
CRUZA O. DA SILVA	RD VIDEO	ENS	6ª	10:30h
CRISTIANA G. GAMEIRO	UFPE	MAT	5ª	09:45h
CRISTINA M. QUINTELLA	UFBA	ERFA	5ª	17:15h
CRISTINA T. M. RIBEIRO	UFPA	ENS	5ª	17:30h
D. BLOCH	IFQSC-USP	OTI	6ª	09:30h

N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
DAGOBERTO DA S. FREITAS	UFPE	OTI	6ª	18:00h
DANIEL MORRIRA AUTO	UFC	FIC	6ª	14:15h
DANIEL V. MAGALHAES	UFC	INS	5ª	11:30h
DANIEL V. MAGALHAES	UFC	OTI	5ª	18:30h
DAVID M. SOARES	UNICAMP	INS	6ª	11:00h
DEILSON DE MELO TAVARES	UFRN	SEM	6ª	09:45h
DEUSDEDIT M. MEDEIROS	UFC	FIC	6ª	16:45h
DIANA SANTIAGO CAMPOS	UFC	FAG	5ª	16:45h
DIONE FAGUNDES DE SOUSA	UFPA	ENS	5ª	17:30h
DIONISIO BAZEIA FILHO	UFPB	CAP	5ª	16:15h
DIONISIO BAZEIA FILHO	UFPB	ENS	5ª	17:45h
DIVANIZIA DO NASCIMENTO SOUSA	UFS	MAT	5ª	11:30h
DJAIR A. LIMA	UFPC	NUC	5ª	10:00h
DJAIR A. LIMA	UFPC	NUC	5ª	10:30h
DJAIR A. LIMA	UFPC	NUC	5ª	10:45h
DMITRII PETROV	UFPE	OTI	5ª	10:30h
DMITRII PETROV	UFPE	OTI	6ª	11:30h
DOUGLAS F. DE ALBUQUERQUE	UFPE	EST	6ª	10:30h
DOUGLAS F. DE ALBUQUERQUE	UFPE	EST	6ª	11:15h
DULCIANE S. DA SILVA	UFPE	INS	6ª	10:30h
E. MONTARROYOS	UFPE	MAG	5ª	11:00h
E.A.M.MARIZ	UFRN	EST	6ª	09:45h
E.M.F.CURADO	UNB	EST	5ª	09:45h
EDILSON M. SA JR	UFC	INS	6ª	11:30h
EDMAR M. DE LIMA	UFC	INS	6ª	11:15h
EDMILSON DE A. FONSECA	UFPE	INS	6ª	09:30h
EDUARDO S. MOREIRA LIMA	UFC	CAP	5ª	17:00h
EDVAL J. P. SANTOS	UFPE	SEM	6ª	17:45h
EDVALDO NOGUEIRA JR.	UFPE	EST	5ª	09:30h
ELADIO J. DE G. BRENNAND	UEPB/UFPB	NUC	5ª	10:30h
ELDER VASCONCELOS	UFPE	OTI	6ª	11:30h
ELIAS E. HERRERO	UFRR	CAP	6ª	11:15h
EMERSON K. R. DE ANDRADE	UFC	INS	5ª	16:00h
EMILIO C. LOPES	UFPB	NUC	5ª	09:30h
ENEIDA G. DE LIMA	UFPE	OTI	5ª	16:45h
ENEIDA G. DE LIMA	UFPE	OTI	5ª	17:00h
ENEIDA G. DE LIMA	UFPE	OTI	6ª	11:00h
ENEIDA G. DE LIMA	UFPE	OTI	6ª	11:15h
ERNESTO P. RAPOSO	UFPE	EST	5ª	11:45h
ERONIDES F. DA SILVA JR.	UFPE	SUP	6ª	16:00h
ERONIDES F. DA SILVA JR.	UFPE	OTI	6ª	11:30h
EUDENILSON L. DE ALBUQUERQUE	UFRN	SEM	6ª	10:00h
EUDENILSON L. DE ALBUQUERQUE	UFRN	SEM	6ª	10:15h
EUDENILSON L. DE ALBUQUERQUE	UFRN	SEM	6ª	10:30h
EUDES B. DE ARAUJO	UFC	MAT	5ª	16:00h
EUDES B. DE ARAUJO	UFC	MAT	5ª	16:45h
EUGENIO R. B. DE MELLO	UFPB	CAP	5ª	17:30h
EUGENIO R. B. DE MELLO	UFPB	FES	6ª	11:00h
EUGENIO R. B. DE MELLO	UFPB	FES	6ª	11:15h
EVANDRO A. GOUVEIA	UFAL	OTI	5ª	10:00h
EVERTON DE PAIVA PRATA	UFC	INS	6ª	11:15h
F. A. GERMANO	UFC	MAT	5ª	16:30h

N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
F. C. DE ALMEIDA	UFC	EST	54	11:15h
F. M. AGUIAR	UFPE	MAG	54	09:30h
F. M. AGUIAR	UFPE	INS	54	09:45h
F. M. AGUIAR	UFPE	INS	54	10:15h
F.P.S. MATOS	UFC	PAG	54	17:30h
F.P.S. MATOS	UFC	FIC	64	10:30h
FABIO CESAR S. DA SILVA	UFPE	INS	54	09:45h
FABIO CESAR S. DA SILVA	UFPE	INS	54	10:15h
FABIO D. MARTINS	UFPE	INS	64	10:00h
FABIO H. S. SALES	UPMA	SEM	64	16:15h
FABIO I. LACERDA DA SILVA	UFPE	EST	54	16:30h
FERNANDO A. M. DE OLIVEIRA	UFPE	OTI	54	16:45h
FERNANDO A. M. DE OLIVEIRA	UFPE	OTI	54	17:00h
FERNANDO A. M. DE OLIVEIRA	UFPE	OTI	64	11:00h
FERNANDO A. M. DE OLIVEIRA	UFPE	OTI	64	11:15h
FERNANDO A. M. DE OLIVEIRA	UFPE	OTI	64	17:45h
FERNANDO A. M. DE OLIVEIRA	UFPE	OTI	64	18:15h
FERNANDO A. M. FERREIRA	UFC	FIC	64	16:00h
FERNANDO DANTAS NOBRE	UPRRN	EST	54	09:30h
FERNANDO DANTAS NOBRE	UPRRN	EST	54	10:00h
FERNANDO DANTAS NOBRE	UPRRN	EST	54	16:15h
FERNANDO DE B. MOTA	UPBA	ERPA	54	16:45h
FERNANDO DE B. MOTA	UPBA	SEM	64	18:15h
FERNANDO L. A. MACHADO	UFPE	MAG	54	10:15h
FERNANDO L. A. MACHADO	UFPE	MAG	54	11:00h
FERNANDO L. A. MACHADO	UFPE	MAT	64	10:00h
FERNANDO L. A. MACHADO	UFPE	INS	54	10:00h
FERNANDO L. A. MACHADO	UFPE	INS	64	18:00h
FERNANDO L. A. MACHADO	UFPE	ENS	54	11:00h
FERNANDO L. A. MACHADO	UFPE	ENS	54	16:45h
FERNANDO M. L. DE ALMEIDA JR	UPRJ	CAP	54	18:00h
FERNANDO M. L. DE ALMEIDA JR	UPRJ	OTI	54	18:00h
FERNANDO MORAES	UFPE	POL	64	16:45h
FERNANDO MORAES	UFPE	PES	64	11:00h
FERNANDO MORAES	UFPE	EST	54	16:00h
FERNANDO MORAES	UFPE	EST	64	11:45h
FLAVIA A. SCHNEIDER	UFPE	INS	54	17:30h
FLAVIA C. ACIOLI REIS	UFPE	INS	54	09:45h
FLAVIO DE A. SILVA	UFPE	INS	54	16:30h
FLAVIO R. SOARES	UPRRN	MAG	54	11:30h
FRANCISCO A. OLIMPIO CABRAL	UPRRN	CAP	64	10:30h
FRANCISCO ALEXANDRE DA COSTA	UPRRN	EST	54	10:00h
FRANCISCO ALEXANDRE DA COSTA	UPRRN	EST	54	16:15h
FRANCISCO ALEXANDRE DA COSTA	UPRRN	EST	64	10:00h
FRANCISCO DAS CHAGAS CARVALHO	UPPI	PMA	54	11:00h
FRANCISCO DE A. DE BRITO	UPPI	ENS	54	17:45h
FRANCISCO E. ALENCAR JULIANO	UFC	ENS	64	11:30h
FRANCISCO ERIVAN A. MELO	UFC	ERPA	54	16:30h
FRANCISCO ERIVAN A. MELO	UFC	PES	64	11:30h
FRANCISCO ERIVAN A. MELO	UFC	MAT	54	16:15h
FRANCISCO ERIVAN A. MELO	UFC	INS	64	11:30h
FRANCISCO ERIVAN A. MELO	UFC	OTI	54	16:00h

N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
FRANCISCO B. P. MOREIRA	UFRN	INS	6a	09:45h
FREDERICO C. MONTENEGRO	UFPE	MAG	5a	09:45h
FREDERICO C. MONTENEGRO	UFPE	MAG	5a	10:00h
FREDERICO C. MONTENEGRO	UFPE	MAG	5a	11:00h
FREDERICO C. MONTENEGRO	UFPE	EST	5a	11:45h
FREDERICO C. MONTENEGRO	UFPE	INS	5a	09:30h
FREDERICO C. MONTENEGRO	UFPE	INS	5a	18:15h
FREDERICO C. MONTENEGRO	UFPE	INS	6a	10:00h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	INS	6a	11:45h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	FIC	6a	11:15h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	FIC	6a	16:00h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	FIC	6a	16:30h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	MAT	5a	17:30h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	MAT	5a	18:15h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	MAT	5a	18:30h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	INS	5a	11:15h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	INS	5a	11:30h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	INS	5a	16:00h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	INS	6a	11:30h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	INS	6a	16:00h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	OTI	5a	09:45h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	OTI	5a	18:30h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	OTI	6a	11:45h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	OTI	6a	12:00h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	OTI	6a	16:00h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	BNS	5a	16:00h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	BNS	5a	18:00h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	FIC	6a	16:45h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	SEM	6a	11:00h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	SEM	6a	11:15h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	SEM	6a	11:30h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	SBM	6a	11:45h
FREDERICO DIAS NUNES	UFC	FIC	6a	16:00h
G. A. FARIAS	UFC	OTI	5a	09:45h
G. A. FARIAS	UFC	FES	6a	12:00h
G. A. FARIAS	UFC	MAT	5a	17:00h
G. A. FARIAS	UFC	INS	5a	16:45h
G. A. FARIAS	UFC	INS	5a	17:00h
G. A. FARIAS	UFC	INS	5a	17:45h
G. A. FARIAS	UFC	BNS	5a	18:15h
G. A. FARIAS	UFC	EST	5a	11:15h
G. A. FARIAS	UFC	PAG	5a	18:45h
G. A. FARIAS	UFC	FMA	5a	11:15h
G. A. FARIAS	UFC	FMA	5a	11:30h
G. A. FARIAS	UFC	INS	6a	11:15h
G. A. FARIAS	UFC	EST	5a	11:30h
G. A. FARIAS	UFC	MAT	5a	12:00h
G. A. FARIAS	UFC	OTI	5a	11:00h
G. A. FARIAS	UFC	OTI	5a	11:15h
G. A. FARIAS	UFC	OTI	6a	16:30h
G. A. FARIAS	UFC	OTI	6a	17:30h
G. A. FARIAS	UFC	PMA	5a	09:30h
GABRIEL PAULINO S. JR.	UFC			
GARCIAS DE OLIVEIRA NETO	UFC			
GEORGE C. DO NASCIMENTO	UFPE			
GEORGE C. DO NASCIMENTO	UFPE			
GEORGE C. DO NASCIMENTO	UFPE			
GEORGE C. DO NASCIMENTO	UFPE			
GEORGE C. DO NASCIMENTO	UFPE			
GEORGE C. DO NASCIMENTO	UFPE			
GEORGE CUNHA CARDOSO	UFPA			
GERARDO DE JESUS M. GAVITRIA	UFC			
GERSON P. ALMEIDA	UFC			
GILDEMAR C. DOS SANTOS	UFPA			
GILDEMAR C. DOS SANTOS	UFPA			
GIOVANNI C. BARROSO	UFC			
B. A. D. DO NASCIMENTO	UFRN			
B. VARGAS	UNICAMP			
BAIMING MA	UFPE			
BAIMING MA	UFPE			
BAIMING MA	UFPE			
BAIMING MA	UFPE			
BEBE Q. PLACIDO	UFBA			

N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
HELIO SILVA CAMPOS	UFBA	ERFA	5ª	16:45h
HELIO SILVA CAMPOS	UFBA	MAT	5ª	11:45h
HELOISA BASTOS	UFRPE	ENS	5ª	11:00h
HENIO H. A. REGO	UFRN	POL	6ª	16:15h
HUGO A. D. DO NASCIMENTO	UFRN	FYC	6ª	11:30h
HUGO A. D. DO NASCIMENTO	UFRN	EST	5ª	11:00h
HUMBERTO F. DA SILVA	UFC	MAT	5ª	17:30h
HUMBERTO F. DA SILVA	UFC	OTI	6ª	12:00h
I. J. O. DA SILVA	UFPE	INS	5ª	17:45h
I. P. FITTIPALDI	UFPE	EST	5ª	16:30h
I. P. FITTIPALDI	UFPE	EST	6ª	11:15h
IJANILIO G. DE ARAUJO	UFRR	CAP	5ª	17:45h
ISAAC DE M. XAVIER JR	UFPE	ERFA	5ª	16:00h
ISAAC DE M. XAVIER JR	UFPE	POL	6ª	16:45h
IVANELZA L. LEMOS	UFAL	ENS	5ª	10:15h
J. A. MEDEIROS	UFC	MAT	5ª	16:30h
J. ALBINO AGUIAR	UFPE	MAT	5ª	09:30h
J. ALBINO AGUIAR	UFPE	MAT	5ª	09:45h
J. ALBINO AGUIAR	UFPE	MAT	5ª	10:00h
J. ALBINO AGUIAR	UFPE	SUP	6ª	16:00h
J. ALBINO AGUIAR	UFPE	INS	5ª	16:15h
J. ALBINO AGUIAR	UFPE	INS	5ª	16:30h
J. ALBINO AGUIAR	UFPE	INS	5ª	17:30h
J. ALBINO AGUIAR	UFPE	INS	6ª	09:30h
J. ALBINO AGUIAR	UFPE	INS	6ª	10:15h
J. ALFRED B. SAIP	UFC	SEM	6ª	11:30h
J. B. F. DUARTE	UFC	FIC	6ª	11:00h
J. C. CARVALHO	UFRN	CAP	6ª	11:45h
J. C. CARVALHO	UFRN	MAT	6ª	10:15h
J. C. O. DE JESUS	UFPE	MAG	5ª	10:00h
J. C. O. DE JESUS	UFPE	MAG	5ª	11:00h
J. D. DO NASCIMENTO	UFRN	CAP	6ª	11:45h
J. D. M. VIANA	UNB	FMA	5ª	10:00h
J. JAYARAMAN	UFPB	CAP	6ª	11:00h
J. JAYARAMAN	UFPB	OTI	6ª	10:30h
J. LIMA JR.	UFPE	INS	5ª	12:00h
J. M. FERREIRA	UFPE	MAT	5ª	09:30h
J. M. FERREIRA	UFPE	MAT	5ª	09:45h
J. M. FERREIRA	UFPE	MAT	5ª	10:00h
J. M. FERREIRA	UFPE	INS	5ª	17:45h
J. OLIVEIRA	UFRN	MAT	6ª	10:30h
J. R. DE MEDEIROS	UFRN	CAP	6ª	11:45h
J. R. DE MEDEIROS	UFRN	CAP	6ª	12:00h
J. R. RIOS LEITE	UFPE	INS	5ª	10:00h
J. R. RIOS LEITE	UFPE	OTI	5ª	11:45h
J. R. RIOS LEITE	UFPE	OTI	5ª	12:00h
J. R. RIOS LEITE	UFPE	OTI	6ª	10:15h
J.R.L. DE ALMEIDA	UFPE	EST	5ª	09:30h
J.R.L. DE ALMEIDA	UFPE	EST	5ª	09:45h
JACIRA C. BATISTA DE FREITAS	UFBA	OTI	6ª	18:15h
JACKSON MAX F. MAIA	UFRN	CAP	6ª	09:45h
JAILTON CAETANO DE SOUZA	UFBA	SEM	6ª	16:00h

N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
JAILTON CAETANO DE SOUZA	UFBA	SEM	6a	17:00h
JAILTON CAETANO DE SOUZA	UFBA	SEM	6a	17:30h
JAIMÉ DE OLIVEIRA JR.	UFPE	INS	6a	09:30h
JANILO SANTOS	UFRN	FMA	5a	11:45h
JARBAS DINIZ CABRAL	UFPE	INS	5a	17:45h
JEANLEX SOARES DE SOUSA	UFC	FIC	6a	11:15h
JENNER B. BASTOS FILHO	UFAL	ENS	5a	18:00h
JERONIMO FREIRE	UFRN	MAT	5a	10:30h
JERONIMO FREIRE	UFRN	ENS	6a	09:30h
JOAB LOURENCO	UFNR	POL	6a	16:15h
JOAO ALDEZIO P. HOLANDA	UFC	MAT	6a	10:15h
JOAO B. C. SILVA	UFPA	FMA	5a	12:00h
JOAO BOSCO V. LEAL JR	UFC	FIC	6a	10:00h
JOAO BOSCO V. LEAL JR	UFC	FAG	5a	18:45h
JOAO DA MATA DA COSTA	UFRN	FAG	5a	11:30h
JOAO FURTADO DE SOUZA	UFPA	ENS	5a	09:45h
JOAO GUILHERME N. MATIAS	UFC	SUP	6a	16:15h
JOAO MARIZ GUIMARAES NETO	UFPI	POL	6a	16:00h
JOAO MEDEIROS DE ARAUJO	UFRN	EST	6a	10:00h
JOAO MILTON PEREIRA JR	UFC	SEM	6a	11:00h
JOAO MILTON PEREIRA JR	UFC	SEM	6a	11:15h
JOAO T. N. AGRA	UFPB-CG	ENS	6a	10:15h
JOAO T. N. AGRA	UFPB-CG	ENS	6a	10:30h
JOBSON M. MARQUES	UFC	FIC	6a	11:15h
JOSE ADEMIR S. DE LIMA	UFRN	CAP	6a	09:30h
JOSE ADEMIR S. DE LIMA	UFRN	CAP	6a	09:45h
JOSE ADEMIR S. DE LIMA	UFRN	CAP	6a	10:00h
JOSE ADEMIR S. DE LIMA	UFRN	CAP	6a	16:45h
JOSE ADEMIR S. DE LIMA	UFRN	CAP	6a	17:00h
JOSE AIRTON C. DE PAIVA	UFC	MAT	5a	16:00h
JOSE AIRTON C. DE PAIVA	UFC	MAT	5a	16:15h
JOSE AIRTON C. DE PAIVA	UFC	MAT	5a	16:30h
JOSE AIRTON C. DE PAIVA	UFC	MAT	5a	16:45h
JOSE ALZAMIR P. DA COSTA	UFRN	SEM	6a	09:45h
JOSE AMERICO DE S. MOURA	UFPE	MAG	5a	09:30h
JOSE AMERICO DE S. MOURA	UFPE	INS	5a	10:15h
JOSH CARLOS P. DE OLIVEIRA	UFC	NUC	5a	18:30h
JOSE CARLOS P. DE OLIVEIRA	UFC	MAT	6a	10:15h
JOSE E. DE C. MOREIRA	UFC	FIC	6a	11:15h
JOSE E. DE C. MOREIRA	UFC	FIC	6a	16:00h
JOSE E. DE C. MOREIRA	UFC	FIC	6a	16:15h
JOSE E. DE C. MOREIRA	UFC	FIC	6a	16:30h
JOSE E. DE C. MOREIRA	UFC	ERFA	5a	16:30h
JOSE E. DE C. MOREIRA	UFC	PES	6a	11:30h
JOSE E. DE C. MOREIRA	UFC	PES	6a	11:45h
JOSE E. DE C. MOREIRA	UFC	INS	5a	11:30h
JOSE E. DE C. MOREIRA	UFC	OTI	5a	18:30h
JOSE E. DE C. MOREIRA	UFC	ENS	5a	16:00h
JOSE FERNANDES DE LIMA	UFS	MAT	5a	11:00h
JOSE FERNANDES DE LIMA	UFS	MAT	5a	11:15h
JOSE FERNANDES DE LIMA	UFS	MAT	5a	11:30h
JOSE FRANCISCO JULIAO	UFC	MAT	5a	10:15h



N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
JOSE FRANCISCO JULIAO	UFC	MAT	5ª	17:45h
JOSE FRANCISCO JULIAO	UFC	MAT	5ª	18:00h
JOSE FRANCISCO JULIAO	UFC	SUP	6ª	16:15h
JOSE FRANCISCO JULIAO	UFC	OTI	5ª	16:15h
JOSE JOATAN RODRIGUES JR	UFC	OTI	5ª	16:00h
JOSE LAZARO DE VASCONCELOS	UFPB	ENS	6ª	11:15h
JOSE M. F. BASSALO	UPPA	ENS	5ª	10:00h
JOSE RIBEIRO FILHO	UFC	SEM	6ª	11:15h
JOSE RICARDO DE SOUSA	UFPE	EST	5ª	16:30h
JOSE RICARDO DE SOUSA	UFPE	EST	6ª	10:30h
JOSE S. DE ANDRADE JR	UFC	FIC	6ª	10:15h
JOSE S. DE ANDRADE JR	UFC	FIC	6ª	16:45h
JOSE S. DE ANDRADE JR	UFC	MAT	5ª	17:30h
JOSE S. DE ANDRADE JR	UFC	MAT	5ª	18:30h
JOSE T. DE JESUS	TELEBRAS	OTI	5ª	18:30h
JOSE T. DE JESUS	TELEBRAS	OTI	6ª	11:45h
JOSE T. DE JESUS	TELEBRAS	OTI	6ª	16:00h
JOSE T. DE JESUS	TELEBRAS	INS	5ª	11:15h
JOSE VICENTE MOREIRA	UFPB	EST	5ª	10:15h
JOSE W. R. TABOSA	UFPE	INS	5ª	11:45h
JOSE W. R. TABOSA	UFPE	OTI	5ª	10:15h
JOSE W. R. TABOSA	UFPE	OTI	5ª	18:15h
JOSE W. R. TABOSA	UFPE	OTI	6ª	11:00h
JOSEFA T. DE MENDONCA	UFPE	OTI	6ª	17:45h
JOSELITO DE OLIVEIRA	UFRR	CAP	6ª	11:15h
JOSSYL A. R. DE SOUZA	UFPB-CG	ENS	5ª	11:45h
JOSUE MENDES FILHO	UFC	FIC	6ª	16:00h
JOSUE MENDES FILHO	UFC	FAG	5ª	16:00h
JOSUE MENDES FILHO	UFC	ERFA	5ª	16:30h
JOSUE MENDES FILHO	UFC	PES	6ª	11:30h
JOSUE MENDES FILHO	UFC	PES	6ª	11:45h
JOSUE MENDES FILHO	UFC	MAT	5ª	17:30h
JOSUE MENDES FILHO	UFC	MAT	5ª	18:15h
JOSUE MENDES FILHO	UFC	INS	5ª	11:30h
JOSUE MENDES FILHO	UFC	OTI	5ª	16:00h
JOSUE MENDES FILHO	UFC	OTI	5ª	18:30h
JOSUE XAVIER DE CARVALHO	UFBA	SUP	6ª	17:00h
JULIO W. RIBEIRO	UFC	FIC	6ª	10:15h
JULIO W. RIBEIRO	UFC	FIC	6ª	10:30h
JULIO W. RIBEIRO	UFC	FIC	6ª	11:00h
JULIO W. RIBEIRO	UFC	FAG	5ª	17:30h
KATHERINE ALMEIDA LIMA	UFPE	INS	5ª	18:15h
KATIANE OLIVEIRA	UFPE	INS	5ª	09:30h
KEILA E. VASCONCELOS LEITE	UFAL	FMA	5ª	11:15h
L. H. ACIOLI	UFPE	INS	5ª	12:00h
L. H. ACIOLI	UFPE	OTI	5ª	10:30h
L.C.M.MIRANDA	INPE	MAT	5ª	12:00h
LENILDA AUSTRILINO SILVA	UFAL	ENS	5ª	10:15h
LEONARDO REIS LUCENA	UFRN	ENS	6ª	09:45h
LEOPOLDINO DOS S. FERREIRA	UFPA	CAP	5ª	18:15h
LIACIR DOS SANTOS LUCENA	UFRN	FIC	6ª	11:30h
LIACIR DOS SANTOS LUCENA	UFRN	FIC	6ª	11:45h

N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
LIACIR DOS SANTOS LUCENA	UFRN	POL	6a	16:15h
LIACIR DOS SANTOS LUCENA	UFRN	POL	6a	16:30h
LIACIR DOS SANTOS LUCENA	UFRN	EST	5a	12:00h
LIACIR DOS SANTOS LUCENA	UFRN	EST	5a	18:15h
LINDALVA DO CARMO FERREIRA	UFPA	ENS	5a	09:45h
LOURIVAL M. DA SILVA FILHO	UNEB	FMA	5a	10:00h
LUCIANA S. VAREJAO	UFPE	INS	5a	09:30h
LUCIANO RODRIGUES DA SILVA	UFRN	FIC	6a	11:30h
LUCIANO RODRIGUES DA SILVA	UFRN	FIC	6a	11:45h
LUCIANO RODRIGUES DA SILVA	UFRN	POL	6a	16:15h
LUCIANO RODRIGUES DA SILVA	UFRN	POL	6a	16:30h
LUCIANO RODRIGUES DA SILVA	UFRN	EST	5a	11:30h
LUCIANO RODRIGUES DA SILVA	UFRN	EST	5a	12:00h
LUCIANO RODRIGUES DA SILVA	UFRN	EST	5a	18:15h
LUIS A. DE SA PESSOA	UFPE	INS	5a	11:00h
LUIS EDUARDO E. DE ARAUJO	UFPE	OTI	6a	09:45h
LUIZ C. O. DACAL	UFBA	SUP	6a	16:45h
LUIZ CARLOS JAFELICE	UFRN	CAP	6a	11:30h
LUIZ CARLOS JAFELICE	UFRN	ENS	5a	11:30h
LUIZ CARLOS P. DA COSTA JR	UFPE	EST	5a	16:00h
LUIZ DE B. OLIVEIRA NETO	UFPE	INS	5a	10:00h
LUIZ DE B. OLIVEIRA NETO	UFPE	OTI	6a	10:15h
LUIZ H. PACOBABYBA	UFPE	MAT	5a	17:00h
LUIZ SANTIAGO DE ASSIS	UFBA	OTI	5a	09:30h
M. A. R. P. LUCENA	UFPE	INS	5a	10:15h
M. ASSUNTA S. NOBRE	UFPE	CAP	6a	10:00h
M. B. CORREIA	UFPE	INS	5a	11:00h
M. C. PEQUENO	UFC	FIC	6a	10:30h
M. CAROLINA NEMES	UFMG	CAP	5a	17:00h
M. CHEVROLLIER	IFQSC-USP	OTI	6a	09:30h
M. FILGUEIRA	UFRN	MAT	5a	10:30h
M. ISABELA DE S. ALMEIDA	UFAL	ERFA	5a	17:00h
M. J. REBOUCAS	CBPF	FMA	5a	11:45h
M. MARLUCIA F. SANTIAGO	UFC	FAG	5a	11:45h
M. MARLUCIA F. SANTIAGO	UFC	FAG	5a	12:00h
M. MARLUCIA F. SANTIAGO	UFC	FAG	5a	16:00h
M. MARLUCIA F. SANTIAGO	UFC	FAG	5a	16:15h
M. MARLUCIA F. SANTIAGO	UFC	FAG	5a	16:30h
M. MARLUCIA F. SANTIAGO	UFC	FAG	5a	16:45h
M. MARLUCIA F. SANTIAGO	UFC	INS	6a	11:15h
M. MARLUCIA F. SANTIAGO	UFC	FAG	5a	17:00h
M. SANTOS	IFQSC-USP	OTI	5a	09:30h
M. VIRGINIA BARBOSA	UFPE	MAT	5a	09:30h
M. VIRGINIA BARBOSA	UFPE	MAT	5a	09:45h
M. VIRGINIA BARBOSA	UFPE	MAT	5a	10:00h
M. ZERBETTO	UNICAMP	MAT	5a	12:00h
M. ZIDAN	UNI. SUSSEX	ERFA	5a	17:15h
M. MARCOS F. D'AGUIAR	UFBA	MAT	6a	09:45h
M. MARCOS F. D'AGUIAR	UFBA	INS	5a	10:30h
MANOEL SILVA DE VASCONCELOS	UFRN	SEM	6a	10:30h
MANUEL DA S. V. DE ALMEIDA	UNICAMP	FIC	6a	09:30h
MARCELO A. F. GOMES	UFPE	ENS	5a	16:15h

N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
MARCELO A. M. S. GONCALVES	UFBA	SUP	6a	16:30h
MARCELO DE O. SOUZA	UFRN	ENS	6a	09:45h
MARCIO C. DE MOURA	UFPE	INS	5a	18:30h
MARCIO F. R. DA SILVA	UFBA	INS	5a	10:30h
MARCIO GOMES DA SILVA	UFC	MAT	5a	17:45h
MARCIO N. DE SOUZA	UFRJ	OTI	5a	18:00h
MARCO A. GAMEIRO DE MOURA	UFPE	FMA	5a	09:45h
MARCO A. GAMEIRO DE MOURA	UFPE	FMA	5a	10:30h
MARCO A. GAMEIRO DE MOURA	UFPE	OTI	6a	18:00h
MARCOS A. AMARAL LINS	UFPB	NUC	5a	10:45h
MARCOS ANTONIO C. DOS SANTOS	UFPA	ERFA	5a	17:15h
MARCOS MOREIRA F. QUEIROZ	UFC	OTI	6a	16:00h
MARCOS ORIA	IFQSC-USP	OTI	6a	09:30h
MARIA CRISTINA DAL PIAN NOBRE	UFRN	ENS	6a	09:45h
MARIO ENGELSBERG	UFPE	FES	6a	12:00h
MARIO ENGELSBERG	UFPE	MAT	5a	17:00h
MARIO ENGELSBERG	UFPE	INS	5a	16:45h
MARIO ENGELSBERG	UFPE	INS	5a	17:00h
MARIO ERNESTO G. VALERIO	UFS	MAT	5a	11:00h
MARIO ERNESTO G. VALERIO	UFS	MAT	5a	11:15h
MARIO ERNESTO G. VALERIO	UFS	MAT	5a	11:30h
MARIO EVERALDO DE SOUZA	UFS	CAP	6a	16:00h
MARIO K. TAKEYA	UFRN	FAG	5a	11:15h
MARIO K. TAKEYA	UFRN	FAG	5a	11:30h
MARIO P. DA SILVA	UFRN	INS	5a	16:00h
MARIO P. DA SILVA	UFRN	INS	6a	09:45h
MARLENE PREITAS	UFPA	ENS	5a	10:15h
MATHEUS DE C. BARRETO	UFC	INS	5a	11:30h
MATHEUS DE C. BARRETO	UFC	OTI	5a	18:30h
MAURICIO COUTINHO	UFPE	ERFA	5a	16:15h
MAURICIO COUTINHO	UFPE	EST	5a	11:45h
MAURO KYOTOKU	UFPB	FMA	5a	12:30h
MAURO KYOTOKU	UFPB	NUC	5a	09:30h
MIGUEL A. B. DE ARAUJO	UFC	MAT	5a	16:15h
MIOCO FOSHINA	CBPF	NUC	5a	10:15h
MOISES A. CASTELO BRANCO	UFC	FAG	5a	17:00h
MURILLO M.B. DE MELLO JR	UFRN	INS	6a	12:00h
MURILO DA S. NAVARRO	UFS	MAT	5a	11:15h
MURILO P. DE ALMEIDA	UFC	EST	5a	11:00h
N. D. VIEIRA	INPEN	OTI	5a	09:30h
N. O. MORENO	UFPE	INS	6a	10:00h
N. O. MORENO	UFPE	MAG	5a	09:45h
NAI CHENG-CHAO	UFRN	EST	5a	17:00h
NAPOLEAO QUESADO JR	UFC	FAG	5a	16:30h
NATACHA A. DE OLIVEIRA	UFC	FAG	5a	12:00h
NELSON PORTELA SAMPAIO	UFC	MAT	5a	17:45h
NILDO LOIOLA DIAS	UFC	OTI	5a	16:15h
NILDO LOIOLA DIAS	UFC	ENS	6a	11:30h
NILSON SENA DE ALMEIDA	UFRN	MAG	5a	11:15h
NILSON SENA DE ALMEIDA	UFRN	MAG	5a	11:30h
NILTON SOUZA DANTAS	UFBA	SEM	6a	18:00h
NILZA PIRES	UFRN	CAP	6a	16:45h

NOME	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
NILZA PIRES	UFRN	CAP	6a	17:00h
NISAR ROCHA DE OLIVEIRA	UFRN	POL	6a	16:30h
NIUDOMAR S. DE A. CHAVES	UPC	FIC	6a	11:15h
NIUDOMAR S. DE A. CHAVES	UPC	ENS	5a	16:00h
NOSAN R. DOS SANTOS	UFPE	FMA	5a	09:45h
OSSAMU NAKAMURA	UFBA	MAT	6a	09:30h
OSSAMU NAKAMURA	UFBA	MAT	6a	09:45h
OSSAMU NAKAMURA	UFBA	INS	5a	10:30h
OTAVIO DE O. COSTA FILHO	UFPI	FMA	5a	11:00h
P. MENEZES	UFPE	INS	5a	12:00h
PATRICIA M.A. DE FARIAS	UFPE	ERPA	5a	16:00h
PAULA C. A. SA	UFPE	MAT	5a	10:00h
PAULO A. COSTA ROCHA	UPC	MAT	5a	18:15h
PAULO C. DE OLIVEIRA	UPFB	OTI	5a	11:45h
PAULO C. DE OLIVEIRA	UPFB	OTI	5a	12:00h
PAULO CESAR M. DE A. FARIAS	UFBA	SEM	6a	16:00h
PAULO CESAR M. DE A. FARIAS	UFBA	SEM	6a	16:45h
PAULO DE TARSO S. ALENCAR	UFPA	ENS	5a	10:00h
PAULO DE TARSO S. ALENCAR	UFPA	ENS	6a	12:00h
PAULO FULCO	UFRN	SEM	6a	10:00h
PAULO FULCO	UFRN	SEM	6a	10:30h
PAULO ROMULO DE O. FROTA	UFPI	ENS	6a	10:00h
PETRUS C. C. DA COSTA	ETEPAM	ENS	5a	16:45h
PIOTR TRZESNIAK	EFEI	MAT	5a	11:00h
QUIRINO V. NUNES	UFPA	ENS	5a	16:30h
R. BEER	CBPF	EST	5a	11:30h
R. C. DE ARAUJO	UFRN	MAT	6a	10:30h
R. M. COTTA	UPC	FIC	6a	11:00h
R. RENAN	UPC	SEM	6a	11:00h
R. S. DE OLIVEIRA	UPC	MAT	5a	16:00h
R. S. DE OLIVEIRA	UPC	MAT	5a	16:45h
R. SOUTO MAIOR	UFPE	POL	6a	17:00h
RAFAEL DE L. RODRIGUES	UPFB	CAP	5a	16:30h
RAFAEL DE L. RODRIGUES	UPFB	CAP	5a	16:45h
RAIMUNDO N. DA COSTA FILHO	UPC	SEM	6a	09:30h
RAIMUNDO R. MATOS DA CUNHA	UPC	NUC	5a	16:15h
RAQUEL F. COSTA	UFPE	INS	5a	16:15h
REETA VYAS	U.ARKANSAS	OTI	6a	16:45h
REETA VYAS	U.ARKANSAS	OTI	6a	16:45h
RENATO A. GURGEL	UPC	OTI	6a	11:45h
RENATO E. DE ARAUJO	UFPE	INS	5a	12:00h
RENATO E. DE ARAUJO	UFPE	OTI	5a	10:30h
RENATO M. DE MORAES	UFPE	INS	5a	10:00h
RENATO M. DE MORAES	UFPE	OTI	6a	10:15h
RENATO W. DA S. BARROS	UFPE	MAT	6a	10:00h
RICARDO E. DE SOUZA	UFPE	FES	6a	12:00h
RICARDO E. DE SOUZA	UFPE	MAT	5a	17:00h
RICARDO E. DE SOUZA	UFPE	INS	5a	16:45h
RICARDO E. DE SOUZA	UFPE	INS	5a	17:00h
ROBERT G. PEARCE	U. EDINBURG	NUC	5a	11:15h
ROBERTO DE T. ASSUMPCAO	UNICAMP	SUP	6a	16:15h
ROBERTO F. SILVA ANDRADE	UFBA	EST	5a	16:45h

NOME	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
ROBERTO F. SILVA ANDRADE	UFBA	EST	6ª	09:30h
ROBERTO F. SILVA ANDRADE	UFBA	EST	6ª	11:00h
RODOLFO P. DA SILVA	UFC	MAT	5ª	18:00h
ROGERLAIS A. B SILVA	UFPE	INS	6ª	10:15h
ROGERS ANDRE C. DA SILVA	UFPE	INS	6ª	10:00h
ROGERS ANDRE C. DA SILVA	UFPE	INS	6ª	11:45h
ROMERO F. DE AZEVEDO FILHO	UFPPB-CG	ENS	6ª	10:30h
RONALDO P. DE MELO JR.	UFPE	OTI	6ª	11:30h
S. GIOVANNY C. GOMES	UFC	FIC	6ª	16:30h
S. M. REZENDE	UFPE	MAG	5ª	09:30h
S. M. REZENDE	UFPE	MAG	5ª	11:00h
S. M. REZENDE	UFPE	INS	5ª	09:45h
S. M. REZENDE	UFPE	INS	5ª	10:15h
S. M. REZENDE	UFPE	INS	5ª	18:30h
S. P. MORATO	IPEN	OTI	5ª	09:30h
S. S. VIANA	UFPE	INS	5ª	11:00h
S. S. VIANA	UFPE	OTI	5ª	10:15h
S. S. VIANA	UFPE	OTI	5ª	18:15h
S. S. VIANA	UFPE	OTI	6ª	11:00h
S. S. VIANA	UFPE	OTI	6ª	18:15h
SAMUEL R. GOMES JR.	UFRN	FIC	6ª	11:45h
SAMUEL R. GOMES JR.	UFRN	EST	5ª	12:00h
SANCLAYTON G. C. MOREIRA	UFC	ERFA	5ª	16:30h
SANCLAYTON G. C. MOREIRA	UFC	FES	6ª	11:30h
SANCLAYTON G. C. MOREIRA	UFC	FES	6ª	11:45h
SANDRO CARDOSO	UFAL	BRFA	5ª	17:00h
SAVIO F. DE OLIVEIRA CHITA	UFBA	MAT	6ª	09:30h
SELMA ROZANE VIEIRA	UFRN	EST	5ª	16:15h
SERGIO ANDRE F. AZEVEDO	UFPE	ERFA	5ª	16:15h
SERGIO G. COUTINHO	UFPE	EST	5ª	09:30h
SERGIO G. COUTINHO	UFPE	EST	5ª	09:45h
SERGIO G. COUTINHO	UFPE	EST	5ª	10:30h
SERGIO G. COUTINHO	UFPE	EST	6ª	11:30h
SERGIO J. B. DUARTE	CBPF	NUC	5ª	09:45h
SEVERINO C. L. NETO	UFRR	EST	5ª	10:15h
SILVIO R. A. SALINAS	IFUSP	EST	6ª	11:00h
SOLANGE B. CAVALCANTI	UFAL	OTI	5ª	10:00h
SUZANA N. DE MEDEIROS	UFRN	FIC	6ª	11:45h
SUZANA N. DE MEDEIROS	UFRN	EST	5ª	12:00h
TELMA ANDRADE	UFBA	MAT	6ª	09:45h
U.U.GOMES	UFRN	MAT	5ª	10:15h
U.U.GOMES	UFRN	MAT	5ª	10:30h
UMBERTO LAINO FULCO	UFRN	SEM	6ª	10:30h
URIEL M. DE SOUZA COSTA	UFAL	EST	5ª	17:30h
URIEL M. DE SOUZA COSTA	UFAL	EST	5ª	17:45h
V. S. BAGNATO	IPQSC-USP	OTI	6ª	10:30h
V. S. BAGNATO	IPQSC-USP	OTI	6ª	16:45h
VALDER NOGUEIRA FREIRE	UFC	FAG	5ª	17:45h
VALDER NOGUEIRA FREIRE	UFC	FAG	5ª	18:00h
VALDER NOGUEIRA FREIRE	UFC	FAG	5ª	18:15h
VALDER NOGUEIRA FREIRE	UFC	SEM	6ª	09:30h
VALDER NOGUEIRA FREIRE	UFC	SEM	6ª	11:30h

N O M E	INSTITUICAO	GRUPO	DIA	HORA
VALDER NOGUEIRA FREIRE	UFC	SEM	6ª	11:45h
VALDER NOGUEIRA FREIRE	UFC	SEM	6ª	12:00h
VALDIR B. BEZERRA	UPPB	CAP	5ª	17:45h
VALDIR B. BEZERRA	UPPB	FES	6ª	11:00h
VALDIR B. BEZERRA	UPPB	FES	6ª	11:15h
VAMBERTO DIAS DE MELLO	UPRN	MAT	5ª	10:15h
VANESSA BELTRAO MENDES	UFC	PAG	5ª	11:45h
VANESSA BELTRAO MENDES	UFC	PAG	5ª	16:45h
VERA S. DE O. FARIAS	UPPB-CG	ENS	5ª	11:45h
VIVIANE M. DE OLIVEIRA	UFPE	ENS	5ª	16:15h
W. H. SCHREIMER	UFRGS	MAG	5ª	09:30h
WALTER C. DA COSTA MILOMEN	UFMT/UPPB	NUC	5ª	10:00h
WALTER E. DE MEDEIROS	UFRN	FMA	5ª	12:00h
WANDEMBERG P. FERREIRA	UFC	MAT	5ª	17:45h
WANDEMBERG P. FERREIRA	UFC	OTI	5ª	16:15h
WILTON P. DA SILVA	UPPB-CG	ENS	5ª	11:45h
WILTON P. DA SILVA	UPPB-CG	ENS	5ª	17:00h
WOJCIECH KULESZA	UPPB	ENS	6ª	11:45h
ZINIA DE A. VALENTE	UFPA	ENS	5ª	09:30h

=====

TOTAL DE PARTICIPANTES = 691

