

INÍCIO
03/08

SEMANA DE FÍSICA

**TRABALHOS
DE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA**



**EVENTO DA GRADUAÇÃO DO INSTITUTO DE
FÍSICA UFRJ**

TÉRMINO
07/08

1 Trabalhos apresentados 04/08

Aline Magalhães dos Santos.....	3
Fabiana Priscila Matos.....	4
Henrique Ribeiro de Mello.....	5
Jackson Rodrigues Alver; Pedro Henrique Souza; Rafael Luís Junqueira Costa; Gabriel Henrique Geraldo Chaves.....	6
Pedro Henrique Souza; Jackson Rodrigues Alves; Rafael Luís Junqueira Costa; Gabriel Henrique Geraldo Chaves.....	7
Raphael Guimarães Pontes.....	8
Rodrigo Arouca de Albuquerque.....	9
Thais Nascimento França.....	10
Yuri Muniz de Souza.....	11

2 Trabalhos apresentados 05/08

Carolina Andries Gigliotti Machado.....	12
Clara Keiko Oliveira Watanabe.....	13
Felippe Soares da Cruz.....	14
Gabriel Henrique Geraldo Chaves Moraes; Pedro Henrique Souza; Rafael Luís Junqueira; Jackson Rodrigues Alves.....	15
Jessica Barbosa Martins.....	16
Leticia Monteiro Gonçalves.....	17
Lucas Hutter de Souza Leite.....	18
Patrícia Pinto Abrantes.....	19
Pedro Henrique Meert Ferreira.....	20

3 Organização do evento

Carolina Andries Gigliotti Machado Davi Araujo Dalbuquerque Chaves

4 Comitê de avaliação dos trabalhos

Benjamin Rache Salles
Hugo Milward Riani de Luna
Luca Roberto Augusto Moriconi
Sergio Eduardo de Carvalho Eyer Jorás
Miriam Mendes Gandelman

5 Diretor do Instituto de Física

Eduardo Chaves Montenegro

6 Coordenador do Bacharelado em Física

Sergio Eduardo de Carvalho Eyer Jorás

7 Projeto Gráfico e diagramação

Beatriz Miranda Ferreira
Carolina Andries Gigliotti Machado
Monique Carneiro Assunção

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Física UFRJ
<http://sites.if.ufrj.br/semanadafisica/>

EVOLUÇÃO DE TUMORES PRIMÁRIOS À METÁSTASE UTILIZANDO A TÉCNICA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X

Aline Magalhães dos Santos ♦ FÍSICA/UFRJ/-

Simone Coutinho Cardoso ♦ Orientador (UFRJ)

Mariana Paranhos Stelling ♦ Orientador (UFRJ)

O Nosso trabalho foi determinar a composição química de cortes do tumor primário (tumor inicial) e órgãos metastáticos (órgãos com tumor formado por células do tumor primário) e órgãos saudáveis de camundongos e humanos através da técnica de microfluorescência de raios-X, a fim de investigar a migração de células tumorais. As medidas (tanto dos tecidos de camundongos e quanto humanos) foram realizadas no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, onde foi possível irradiar as amostras ponto a ponto permitindo que elas fossem mapeadas ao longo do plano de detecção. Nossos resultados indicam a presença do elemento manganês apenas nos órgãos metastáticos, e ausente no tumor primário, indicando seu envolvimento com o processo de metástase (migração do tumor primário pelo corpo do indivíduo).

ESTUDO DE FLUIDOS EM MEIOS POROSOS A PARTIR DE RMN

Fabiana Priscila Matos ♦ FÍSICA/UFRJ/4º PERÍODO
Ivan S. Oliveira ♦ Orientador (CBPF)

O estudo que está sendo realizado tem o objetivo de investigar a relação entre a porosidade, a magnetização e as taxas de relaxação (T_2) de RMN em amostras sintéticas de esferas de vidro. As medidas de relaxação de RMN foram coletadas em amostras sintéticas de esferas de vidro saturadas com uma solução de água-água deuterada com diâmetros conhecidos. Quatro conjuntos de esferas foram usadas com diâmetros médios variando 45-600 micrômetros. Posteriormente, amostras sinterizadas usando essas mesmas esferas foram confeccionadas, a fim de simular uma amostra rochosa natural e dopadas com a solução de água-água deuterada. Verificou-se que, a porosidade das amostras iniciais variou entre 36% e 42%. Essa porosidade foi calculada entre a razão da magnetização total de uma amostra de água-água deuterada e a magnetização da amostra dopada com essa solução. Nas amostras sinterizadas não foi possível o cálculo de porosidade da mesma forma, porque a amostra não ocupava todo o volume do tubo. Nessas amostras foram medidos os tempos de relaxação (T_2) e foram feitas imagens de microtomografia. A princípio, quanto menor os diâmetros das esferas utilizadas na confecção das amostras, menor o sinal obtido de RMN.

DIFERENÇA NA QUANTIZAÇÃO DE CAMPOS ENTRE O ESPAÇOTEMPO DE MINKOWSKI E UM ESPAÇOTEMPO CURVO

Henrique Ribeiro de Mello ♦ FÍSICA/UFRJ/GRADUADO
Carlos Augusto Domingues Zarro ♦ Orientador (UFRJ)

Existem quatro interações fundamentais conhecidas na natureza - nuclear forte, nuclear fraca, eletromagnética e gravitacional. Todas as forças, com exceção da última, são descritas através de campos quantizados no espaço, enquanto a gravitação é descrita classicamente, nos moldes da relatividade geral. A relatividade geral descreve gravitação em grandes escalas - sistemas solares, galáxias, aglomerados etc; a mecânica quântica estuda o comportamento de átomos e partículas. A primeira possui um caráter determinista; a segunda prega que existe um grau de incerteza intrínseco em qualquer medida. A dificuldade na unificação desses comportamentos tão distintos é enorme e, por isso, um tratamento semiclássico é usado, onde a gravitação é descrita por um espaço-tempo curvo previamente determinado, e os campos são quantizados nesta geometria. Nesse trabalho também usaremos esse método e mostraremos as principais diferenças entre a quantização canônica no espaço chato de Minkowski e a quantização num espaço curvo, como a dependência do vácuo para cada observador e assim as dificuldades no conceito de partícula. Como exemplo simples, faremos a quantização de um campo escalar sem massa no espaço-tempo de Rindler, adaptado a um observador com aceleração constante, o que pelo princípio da equivalência representa um observador num campo gravitacional constante.

ASTROFOTOGRAFICAS DE OBJETOS DE FUNDO DE CÉU

Jackson Rodrigues Alver; Pedro Henrique Souza; Rafael Luís Junqueira Costa; Gabriel Henrique Geraldo Chaves ♦ LICENCIATURA EM FÍSICA/IFMG/5º PERÍODO
Mayler Martins ♦ Orientador (IFMG)

O interesse pelo universo, astronomia e assuntos a ela relacionados pode ser despertado através da divulgação de astrofotografias. Astrofotografia são imagens de corpos celestes, como planetas, cometas, galáxias, nebulosas, etc, que são de grande importância para o avanço da astrofísica. Os principais corpos celestes passíveis de serem fotografados são planetas, aglomerados estelares, nebulosas e galáxias. Este trabalho tem o objetivo de adquirir imagens de objetos de fundo de céu, como da nebulosas da Lagoa (M8), Trífida (M20) e Órion (M42). A técnica utilizada para a obtenção de astrofotos foi a foco primário, que consiste em posicionar a câmera no telescópio no lugar da objetiva, sem a presença desta última. A turbulência atmosférica e imprecisão do sistema de acompanhamento do telescópio, atribuem grandes dificuldades na obtenção de astrofotografias de qualidade, limitando a nitidez das imagens. Foi utilizado um telescópio Celestron CPC1100, com contagem equatorial em cunha, que possui precisão de acompanhamento eficiente. Foi utilizada uma câmera DSLR Canon 6D, com sensor CMOS de 35.8 mm x 23.9 mm, resolução de 20 Mpixel e tamanho de pixel $6.54 \mu\text{m} \times 6.54 \mu\text{m}$. Foram obtidas um grande número de imagens com tempo de exposição de 30 s. Essas imagens, após serem selecionadas, foram alinhadas e empilhadas utilizando-se o software gratuito DeepSkyStaker 3.3.2. O pós processamento foi feito utilizando o software Photoshop 6. Desta forma, foi possível obter imagens com alta qualidade.

ANÁLISE DO IMPACTO DO PIBID NOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DAS ESCOLAS ESTADUAIS DE BAMBUÍ-MG

Pedro Henrique Souza; Jackson Rodrigues Alves; Rafael Luís Junqueira Costa; Gabriel Henrique Geraldo Chaves ♦ LICENCIATURA EM FÍSICA/IFMG/5º PERÍODO

Fernanda Cristina Garcia Campos ♦ Orientador (Escola Estadual João Batista de Carvalho)

Análise do impacto do PIBID nos alunos do ensino médio das escolas estaduais de Bambuí - MG O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência, PIBID, contempla alguns alunos do curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais Campus Bambuí. Estes alunos através de diversos projetos realizados nas Escolas Estaduais da Cidade de Bambuí testam e aprimoram sua experiência de docente. O projeto que é realizado em longo prazo são as monitorias de Física, que consiste na divisão em duplas de alunos para atender, cada nível do ensino médio, discentes das escolas públicas que apresentam dúvidas na disciplina de Física, ou que tem interesse em aprofundar o conhecimento. Por meio de análise de documentos, como provas e boletim, foi observado que alunos frequentes as monitorias conseguem aumentar sua pontuação em avaliações em até 70%, comprovando assim o impacto que o projeto tem tanto nos alunos das escolas estaduais, quanto nos futuros docentes. Além das monitorias, durante o ano letivo, os alunos bolsistas realizam projetos de aperfeiçoamento, como minicurso de Matemática Básica, Eletromagnetismo, e projetos de demonstração da Física no dia-a-dia, como a Física presente no Trânsito. Todos estes projetos são uma forma de melhoria no Ensino de Física do país.

UM INTERFERÔMETRO DE MACH-ZEHNDER VIRTUAL

Raphael Guimarães Pontes ♦ LICENCIATURA EM FÍSICA/UFRJ/-
Carlos Eduardo Aguiar ♦ Orientador (UFRJ)

O interferômetro de Mach-Zehder é um instrumento ótico com o qual se pode discutir de maneira particularmente simples os aspectos ondulatórios e corpusculares da luz. Apresentaremos uma simulação virtual, desenvolvida por nós, de um desses interferômetros. A simulação ilustra experimentos de interferência e de “qual-caminho” no interferômetro virtual, mostrados de maneira a facilitar a compreensão da dualidade onda-partícula por estudantes de física básica. O programa de simulação foi escrito em HTML5/JavaScript e pode ser executado via internet (ou localmente) em praticamente qualquer computador/sistema operacional dotado de um navegador moderno. Isso inclui a maioria dos tablets e smartphones, o que aumenta consideravelmente as possibilidades de utilização didática da simulação. O programa não se destina apenas ao ensino superior; ele também é útil no ensino médio, onde há uma crescente demanda pela introdução de temas de física moderna. Assim, apresentaremos também um roteiro para utilização da simulação em escolas.

CHARACTERIZATION OF THE NORMAL-STATE PHASE DIAGRAM OF THE $\text{LaO}_{1-x}\text{F}_x\text{BiS}_2$ SYSTEM

Rodrigo Arouca de Albuquerque ♦ FÍSICA/UFRJ/GRADUADO
Mohammed ElMassalami ♦ Orientador (UFRJ)

Procuramos entender qual o estado normal de uma família de supercondutores não convencionais baseados em Bismuto. Para tal, analisando com mais cuidado alguns dados da literatura, conseguimos montar um diagrama de fase para esse estado normal.

O USO DA MECÂNICA CLÁSSICA EM CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Thais Nascimento França ♦ ENGENHARIA FÍSICA/UFSCAR/GRADUADO
Javier Fernando Ramos Caro ♦ Orientador (UFSCAR)

Como técnicas de resolução de problemas da mecânica clássica são utilizados em automação.

INTERFEROMETRIA ATÔMICA APLICADA AO ESTUDO DE ÁTOMOS GÊMEOS

Yuri Muniz de Souza ♦ FÍSICA/UFRJ/5º PERÍODO

Ginette Jalbert de Castro Faria ♦ Orientador (UFRJ)

Nelson Velho de Castro Faria ♦ Orientador (UFRJ)

O objetivo do trabalho é reproduzir experimentalmente a proposta de David Bohm em seu livro didático *Quantum Theory* para discutir o paradoxo EPR, onde ele substitui os observáveis x e p discutidos neste documento por observáveis de spin. Comparando-se com a descrição de Schrödinger de emaranhamento de sistemas separados, ele considerou que antes do sistema se separar ele era uma molécula formada pelos dois átomos. Em suas próprias palavras: Suponha que temos uma molécula que contém dois átomos em um estado em que o spin total é zero e que o spin de cada átomo é $1/2$. Agora, suponha que a molécula é desintegrada por algum processo que não altera o momento angular total. Os dois átomos começam a se separar e em breve deixarão praticamente de interagir. O momento angular total, no entanto, permanece igual a zero, porque, por hipótese, nenhum torque agiu sobre o sistema. Desde que o estado $2s$ metaestável do hidrogênio atômico é de vida longa (aproximadamente $0,12s$), a possibilidade da existência de um canal de fragmentação do H_2 em um par de tais átomos metaestáveis seria perfeitamente adequada para experimentos em que se manipulam estados atômicos usando técnicas de interferometria Stern-Gerlach. Embora dois estados $2p$ do hidrogênio atômico sejam mais fáceis de produzir do que dois estados $2s$, o estado $2p$ tem um tempo de vida muito curto (cerca de $1ns$). Interferometria atômica é uma realização artificial, em escala macroscópica, da interferência básica entre as ondas da matéria. Esta onda está relacionada com o movimento do centro de massa ou externo de uma partícula massiva. Em particular está sendo estudado o interferômetro de Stern-Gerlach longitudinal (SGA). Serão apresentados os componentes básicos do SGA: o polarizador, o divisor de feixes e o objeto fase, e como isso pode nos permitir estudar a correlação de spin entre os átomos gêmeos oriundos da fragmentação da molécula de H_2 .

INTRODUÇÃO AO MODELO DE BOSE-HUBBARD DE DOIS SÍTIOS

Carolina Andries Gigliotti Machado ♦ FÍSICA/UFRJ/7º PERÍODO
Itzhak Roditi ♦ Orientador (CBPF)

O presente estudo teve como principal objetivo concretizar alguns conceitos da teoria quântica se utilizando de modelos atuais para ilustrar o papel de alguns operadores, como o Hamiltoniano, aplicados a sistemas físicos. A escolha do modelo de Bose-Hubbard de dois sítios foi devido tanto a sua simplicidade, quanto as suas aplicações no estudo de dois condensados de Bose-Einstein acoplados por tunelamento de Josephson. Tal modelo pode ser resolvido como se cada um dos sítios fosse o estado degenerado de partículas em um poço de potencial. O desenvolvimento da discussão feita se inicia nas propriedades algébricas que levam à criação do Hamiltoniano que descreve o sistema, explicando o significado de cada termo que compõe o mesmo. Uma vez definido isso, separamos a análise em duas partes distintas: uma clássica e outra quântica. Enquanto a primeira usa as equações de movimento do Hamiltoniano para encontrar o limiar do acoplamento, a segunda usa o método de diagonalização do mesmo. A comparação final entre ambas análises torna fácil perceber que o valor desse ponto crítico, que determina o limite entre a evolução deslocalizada e o aprisionamento, predito pela teoria clássica como ponto fixo de bifurcação, se mantém na teoria quântica.

SIMULAÇÃO DO RUÍDO DE FUNDO NO EXPERIMENTO DAMIC DE DETECÇÃO DIRETA DE MATÉRIA ESCURA

Clara Keiko Oliveira Watanabe ♦ FÍSICA/UFRJ/7º PERÍODO

João Torres e Diego Torres ♦ Orientador (UFRJ)

Diego Torres ♦ Orientador (UFRJ)

Um grande número de observações astronômicas indicam que a matéria que nos compõe e que podemos observar, essencialmente composta de quarks e léptons, representa uma fração ínfima do conteúdo energético do universo. Hipóteses tem sido elaboradas para explicar este déficit de matéria, tais como a introdução de novas partículas, ou até mesmo a modificação da relatividade geral. Um dos candidatos propostos para explicar estas anomalias gravitacionais observadas (lentes gravitacionais, velocidade de rotação das estrelas em galáxias espirais, entre outras) são os chamados WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles). Os WIMPs são partículas (ainda hipotéticas) massivas, neutras, que interagem muito fracamente com a matéria bariônica visível e que tem a vantagem de surgir naturalmente das extensões do modelo padrão da física de partículas. Desde os anos 80, um número crescente de experimentos tem sido construídos no intuito de detectar partículas com as características dos WIMPs. O DAMIC (Dark Matter in CCDs) localizado no laboratório SNOLAB (Sudbury, Canadá), 2km abaixo da superfície, é um desses experimentos e emprega a tecnologia dos dispositivos de carga acoplada (CCD). Estes detectores foram adaptados para ser sensíveis ao recuo nuclear causado por partículas cuja massa é menor que 10 GeV, o que corresponde a uma zona do espectro de energia dos WIMPs até então inexplorada por outros experimentos. Neste trabalho foi utilizado o software livre GEANT4, que simula a interação de partículas com a matéria, baseando-se no método Monte-Carlo. Num primeiro estudo caracterizamos a dependência da deposição de energia por elétrons em um bloco de silício em função de diferentes processos físicos presentes no GEANT4. Em seguida, avaliamos as variações dos espectros obtidos em função de diferentes direções de chegada e energia das partículas iniciais. No que concerne o experimento DAMIC, este estudo é útil tanto para a caracterização do ruído de fundo observado pelos CCDs, quanto para as simulações de eventos reais.

A INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES DAS GALÁXIAS HOSPEDEIRAS NA ANÁLISE COSMOLÓGICA DE SU- PERNOVAS IA

Felippe Soares da Cruz ♦ FÍSICA/UFRJ/-

Ribamar Rondon de Rezende dos Reis ♦ Orientador (UFRJ)

Maurício Ortiz Calvão ♦ Orientador (UFRJ)

Sergio Eduardo de Carvalho Eyer Jorás ♦ Orientador (UFRJ)

Em nosso trabalho reproduzimos a hipótese de Manucci et ali. (2010) que podemos melhorar estimativas da metalicidade de uma galáxia ajustando um polinômio de quarto grau utilizando uma combinação linear da massa da galáxia em estrelas e da taxa de formação estelar. Testamos então a hipótese de Hayden et ali. (2012) de que existe uma correlação forte entre a metalicidade da galáxia hospedeira e os resíduos de Hubble, utilizando os resultados obtidos anteriormente.

FERRAMENTAS DE DINAMISMO E CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

**Gabriel Henrique Geraldo Chaves Morais; Pedro Henrique Souza;
Rafael Luís Junqueira; Jackson Rodrigues Alves ♦ LICENCIATURA
EM FÍSICA/IFMG/5º PERÍODO**

**Ilana Regina Azeredo Andrade ♦ Orientador (Cooperativa de ensino de
BambuÍ - Coopen-bí)**

O grande desafio para os professores além de ensinar, é conscientizar seus alunos. A termodinâmica, estuda o calor e suas propriedades, estas que podem ser observadas com facilidade em diversos equipamentos do nosso cotidiano, como panelas de pressão, aparelho de microondas, aquecedores solares, entre outros. Facilidade esta que não pode ser ignorada ao lecionar, devido fato de diversos alunos terem a dificuldade de contextualizar a Física em seu cotidiano, sendo este um dos principais vilões desta disciplina. Assim professores, além de ensinarem, possuem a liberdade e a possibilidade de propor em sala a construção alguns destes equipamentos, como por exemplo um aquecedor solar caseiro. A construção do aquecedor, foi realizada por alunos do segundo ano do ensino médio da escola Cooperativa de Ensino de Bambuí com materiais reciclados como garrafas pet, caixas tetra pack, como finalização do conteúdo sobre formas de propagação do calor. A experiência foi de excelente aceitação por todos pois além de dinamizar as aulas, conscientizar alunos sobre o quanto é importante esta busca da sociedade moderna em ser auto sustentável e produzir energia limpa, também aumentou o interesse dos alunos, quanto a disciplina, concluindo com êxito o objetivo inicial.

IMPACTO DE ELÉTRONS EM COMPOSTOS HETEROCÍCLICOS NITROGENADOS CONDENSADOS: IMPLICAÇÕES ASTROQUÍMICAS

Jessica Barbosa Martins ♦ QUÍMICA/UFRJ/6º PERÍODO

Carlos Eduardo Vieira de Moura ♦ Orientador (UFRJ)

Fabio de Almeida Ribeiro ♦ Orientador (UFRJ)

Wania Wolff ♦ Orientador (UFRJ)

Maria Luiza Rocco ♦ Orientador (UFRJ)

Alexandre Braga da Rocha ♦ Orientador (UFRJ)

O objetivo deste trabalho consiste no estudo e obtenção de dados provenientes dos processos de excitação, ionização, fragmentação e dessorção induzidos pelo impacto de elétrons na pirimidina ($C_4H_4N_2$) e piridina (C_5H_5N) condensadas na forma de gelo. Para tanto, a técnica de Dessorção Iônica Estimulada por Elétrons (ESID) acoplada à espectrometria de massas por tempo de voo (TOF-MS) foi empregada para analisar os íons que dessorvem da superfície do gelo de pirimidina e piridina condensadas. O gelo é formado no interior de uma câmara de ultra-alto vácuo, através da condensação do vapor da amostra em um substrato metálico resfriado com nitrogênio líquido. Foram calculados os rendimentos de dessorção dos fragmentos iônicos gerados e as curvas de rendimento iônico em relação à energia dos elétrons incidentes, o que fornece o perfil de fragmentação iônica da pirimidina em superfície e informações sobre os processos que causam a dessorção destes íons. Cálculos preliminares de otimização de geometria em nível DFT com funcional híbrido e cálculos de estabilidade em nível coupled-cluster para alguns íons dessorvidos serão apresentados.

CARACTERIZAÇÃO ÓPTICA DE NANOESTRUTURAS SEMICONDUTORAS

Leticia Monteiro Gonçalves ♦ NANOTECNOLOGIA/UFRJ/-
Mauricio Pamplona Pires ♦ Orientador (UFRJ)

Os dispositivos semicondutores podem ter suas propriedades otimizadas quando incluímos nanoestruturas no seu desenho. Este é o caso de células solares de banda intermediária e fotossensores no infravermelho. Nos dois exemplos, a inclusão de pontos quânticos pode aumentar a eficiência e melhorar a performance desses dispositivos, havendo uma diminuição de ruídos. No caso de células solares, há um melhor aproveitamento do espectro solar. E para os fotossensores, a quantização aumenta a sensibilidade a uma parte do espectro à qual o material não era sensível. O objetivo deste trabalho é mostrar como é feita a caracterização óptica destes materiais. Para isso, são descritas as montagens para medidas de fotoluminescência, de fotocorrente e de fotoluminescência de excitação. A análise dos espectros gerados fornece informações importantes sobre as nanoestruturas, tais como tamanho e composição. A partir dela, é feita uma comparação da mesma com os valores nominais usados na fabricação das nanoestruturas. O resultado obtido auxilia na compreensão da estrutura eletrônica dos materiais caracterizados e no esclarecimento sobre o mecanismo com o qual estes dispositivos são otimizados.

É A GRAVIDADE UMA FORÇA FUNDAMENTAL?

Lucas Hutter de Souza Leite ♦ FÍSICA/UFRJ/5º PERÍODO

Carlos Augusto Domingues Zarro ♦ Orientador (UFRJ)

TRABALHO SEM RESUMO.

INFLUÊNCIAS DE EFEITOS DE TAMANHO FINITO EM PROBLEMAS NO REGIME ELETROESTÁTICO

Patrícia Pinto Abrantes ♦ FÍSICA/UFRJ/GRADUADO

Carlos Farina e Felipe Rosa ♦ Orientador (UFRJ)

Felipe Rosa ♦ Orientador (UFRJ)

Idealizações são comuns em física, de modo que, ao estudarmos um determinado sistema, é usual fazermos hipóteses simplificadoras bastante idealizadas, para depois, pouco a pouco, considerarmos situações mais realista. Um bom exemplo disso é facilmente encontrado no estudo da interação eletrostática entre pequenos objetos carregados, como duas esferas idênticas de raio R separadas por uma distância d . Nesse caso, é bem razoável, para grandes distâncias ($R \ll d$), considerá-las como duas cargas puntiformes. No entanto, é importante estimar o erro devido a essas considerações, para sabermos a partir de que valores de R/d os efeitos de tamanho finito se tornam relevantes. O foco principal deste trabalho é o estudo de um sistema constituído de duas esferas condutoras, carregadas com cargas de mesmo sinal e interagindo entre si, mas isoladas de sua vizinhança. Encontramos a força entre elas e comparamos o resultado com a força entre as esferas, considerando as duas como cargas puntiformes localizadas em seus respectivos centros. Os resultados estão ilustrados graficamente.

DINÂMICA EM ESPAÇOS CURVOS

Pedro Henrique Meert Ferreira ♦ FÍSICA/UFSM/GRADUADO

Nelson Jorge Schuch ♦ Orientador (INPE)

Orimar Antônio Battistel ♦ Orientador (UFSM)

O objetivo do presente trabalho é resolver a equação de Einstein para um corpo massivo e com carga elétrica que possua simetria esférica. Para tal obtemos a métrica de Reisner-Nordström com a utilização do teorema de Birkhoff, que apresenta a métrica de uma forma generalizada para casos onde há simetria esférica. O tensor de curvatura é calculado e o tensor de Ricci, que aparece na equação de Einstein, é obtido. Como o corpo possui carga elétrica, o tensor momento-energia é não nulo. Este tensor é calculado através do formalismo lagrangiano, impondo-se condições de simetria esférica. Os coeficientes da métrica são obtidos através da equação de Einstein e as quantidades relacionadas ao tensor momento-energia são obtidas a partir das equações de Maxwell. Ao final apresentamos alguns exemplos como cálculo de trajetórias de partículas carregadas e quantidades conservadas.

