



# Livro de Resumos

Teresina - 2017

# Programação - Pesquisa

Horários	Quinta-feira	Sexta-feira
	23/11/2017	24/11/2017
08:30-09:00 h	Abertura	Livre
09:00-10:00 h	P01 - Marcelo Gomes (UFPE)	P09 - Alejandro Ayala (UFC)
10:00-10:30 h	Intervalo	Intervalo
10:30-11:00 h	P02 - José Pimentel (UFPI)	P10-Guilherme Araújo/P11-David Joseph (UFPI)
11:00-12:00 h	P03 - Francisco Ferreira (UFPA)	P12 - Manoel Messias (UFMA)
12:00-14:00 h	Almoço	Almoço
14:30-15:00 h	P04 - Acrísio Lins (UFPI)	P13 - Paulo Renato (UFPI)
15:00-16:00 h	P05 - Heurison Silva/P06 - Tayroni Alves (UFPI)	P14 - Raimundo Costa (UFC)
16:00-16:30 h	Intervalo	Intervalo
16:30-17:00 h	P07-Carlos Henrique/P08-Mario Rocha (UFPI)	P15 - Cleânio Luz Lima (UFPI)
17:00-18:00 h	Sessão de Pôsteres	P16 - José Renan (UFRN)
18:00-18:30 h	Sessão de Pôsteres	Encerramento

OBSERVAÇÕES:

Palestra Externa

Palestra Interna

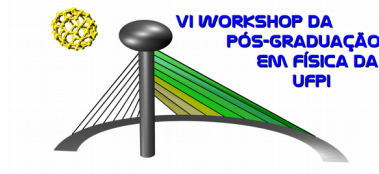
Trabalhos de Alunos do PGFIS-UFPI

SP – Sessão de Posteres (Mostra dos trabalhos dos alunos do PPGF/UFPI, dos alunos do Mestrado Profissional, dos alunos de IC e dos alunos de outras IES locais).

## Identificações dos resumos

**P01 a P16:** Palestras da parte de Pesquisa

**SP01 a SP25:** Sessão de Pôsteres



## **P01 - Leis de escala espaço-temporais**

Marcelo Andrade de Filgueiras Gomes  
Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco

Desde a idade heróica da Física no século XVII até hoje, mais do que nunca, leis de escala espaço-temporais ocupam a mente do físico, aparecendo como enunciados básicos que encapsulam informação de fenômenos recorrentes da maior abrangência, em todas as escalas de energia. Elas se conectam no presente com tópicos como matéria escura, computação quântica, geração de potência a partir de fusão nuclear, para citar apenas alguns. Tais leis são guias a partir das quais nossa visão do universo em todas as escalas é construída. Essa palestra introdutória se divide em duas partes: primeiramente, leis de escala espaço-temporais são observadas de diversas perspectivas, se destacando aspectos fundamentais como simetria, estabilidade e flutuações, macroscópico e microscópico, estatístico e determinístico, entre outros. Na segunda parte, pensamos num novo problema dinâmico carregado de múltiplos interesses, usando diferentes perspectivas inspiradas na primeira parte.



## **P02 - Magnetic and transport properties of f-site depleted periodic Anderson model**

N.C. Costa<sup>1,2</sup>, M.V. Araújo<sup>3</sup>, J.P. Lima<sup>3\*\*</sup>, T. Paiva<sup>1</sup>, R.R. dos Santos<sup>1</sup>, and R.T. Scalettar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física-UFRJ

<sup>2</sup>Department of Physics, University of California, Davis- USA

<sup>3</sup>Departamento de Física, UFPI

(\*\*) apresentador

We will discuss Determinant Quantum Monte Carlo simulations for the Periodic Anderson Model on a square lattice in which the strongly correlated f-sites are depleted. When the depletion is random, the model is relevant to the magnetic properties of heavy fermion materials doped with non-magnetic ions. Here we investigate both random and non-random removal of f sites in order to get better insight into which of the effects of doping are due to disorder, and which are generic to any sort of site removal. We present results first for a single depletion, i.e. a Kondo-Hole, show how local singlets around the depleted site are broken, and the resulting effects on the magnetic susceptibility. When more sites are depleted, we provide evidence long range magnetic ordering can be induced. Our analysis for depletion of half the sites probes the existence of ferromagnetic long range order for both small and large values of hybridization. The examination of magnetic sublattice correlation functions provides evidence that magnetism is not entirely due to the remaining f-sites, but there is also a contribution from the weakly correlated c-electrons on the depleted sites, which also contribute to magnetism.



## **P03 - Propriedades físicas de cristais orgânicos em condições extremas de temperatura e pressão**

Francisco Ferreira de Sousa  
Departamento de Física, Universidade Federal do Pará

Nesta palestra, serão abordados vários aspectos sobre aplicações das técnicas de difração de raios X, espectroscopias Raman e infravermelho à cristais orgânicos sob condições extremas de temperatura e pressão. Os materiais estudados com tais técnicas foram os cristais de ácidos ascórbico, sórbico, esteárico e palmítico. Também será discutido de forma substancial sobre o polimorfismo de ácidos graxos, mas focando somente o estudo de suas duas fases muito conhecidas na literatura, as quais são nomeadas por formas B m e C (ambas monoclinicas) tanto em condições ambiente quanto sob variação da temperatura e da pressão. Além disso, resultados teóricos obtidos por meio da teoria do funcional de densidade também serão apresentados, os quais foram utilizados para interpretar melhor alguns dos resultados experimentais.



## **P04 - Estudo de fases carbonosas através de simulação computacional**

Acrísio Lins de Aguiar

Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

O confinamento a nível nanométrico pode conduzir as diferentes esquemas de ligação molecular híbrida e novos tipos de interação, propriedades e estruturas. Nanotubos de carbono (CNTs) exibem modificações estruturais profundas quando submetidos a condições extremas de pressão. Nanotubos de carbono não são somente vistos como o limite molecular de nanocontainers 1D mas também podem ser radialmente deformados pela pressão aplicada oferecendo uma rota adicional para a modulação da geometria do confinamento nanométrico e a exploração dos seus efeitos a nível atômico e molecular. Nesta palestra, abordaremos diversos trabalhos que estão sendo realizados atualmente dentro do nosso grupo de pesquisa na linha de estruturas carbonosas submetidas a condições extremas de temperatura e pressão. Desde estudos experimentais investigando as propriedades mecânicas e vibracionais de um conjunto de arranjos de nanotubos de carbono (SWCNT/DWCNT/TWCNTs) isolados ou em feixe (bundle), até trabalhos teóricos através de simulações computacionais (Dinâmica Molecular e Cálculos DFT).



## **P05 - Óptica não-linear aplicada à caracterização de nanomateriais**

Heurison de Sousa e Silva  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Neste seminário, serão apresentados os fundamentos da Óptica Não-linear (simetria, não-linearidade, casamento de fases etc.) aplicada ao estudo de interfaces, especificamente a Geração de Segundo Harmônico (SHG) e o Espalhamento de Segundo Harmônico (SHS). Ambas constituem técnicas de óptica não-linear sensíveis à conformação molecular. Apresentaremos também alguns resultados recentemente publicados sobre a caracterização, adsorção e o ordenamento de filmes automontados de polieletrólitos (LbL). Além disso, descreveremos também potencialidades associadas à técnica de SHS, a ser implementada no Laboratório de Óptica Não-linear e Espectroscopia Laser da UFPI, e que será aplicada primeiramente no estudo da interação de biomoléculas com a membrana biológica e entrega de fármacos.



## **P06 - Modelos Epidemiológicos em Redes**

Tayroni Francisco de Alencar Alves  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Nesta apresentação, farei uma introdução aos modelos epidemiológicos em redes e discutirei uma nova técnica de simulação do modelo SIS (Suscetível-Infetado-Suscetível), que chamamos dinâmica de reativação. O modelo SIS é conhecido por apresentar uma transição, de uma fase ativa, em que uma infecção é endêmica, para uma fase absorbante, em que a infecção desaparece (e a dinâmica encerra-se). A maior dificuldade na simulação deste modelo e outros semelhantes reside no fato de que a dinâmica pode encerrar-se aprisionada na fase absorbante, a qualquer tempo de simulação. Justificarei o uso desta técnica e mostrarei resultados da aplicação da mesma para redes bidimensionais.





## **P07 - Increasing the effect of exotic looped trajectories in the double slit experiment**

Carlos Henrique da Silva Vieira, Irismar Gonçalves da Paz  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

The first theoretical study of the effects of exotic trajectories in two-slit interferometry dates back to 1986 in the work by H. Yabuki [1]. The Feynman path integral approach [2] was used there to include all possible paths of the interfering object from the source to the screen passing through the double-slit. Some of such paths are the looped trajectories along the slits, i.e., exotic looped trajectories. However, the probability associated with such trajectories is much smaller than the probability associated with the non-exotic trajectories which are considered in the usual setup for the double-slit experiment. The first observation of these effects was obtained by Sinha et al [3]. Recently, an analytical treatment was given for exotic looped trajectories in the triple-slit experiment for matter waves [4]. In this work we study the observation of exotic looped trajectories in double-slit experiments with matter waves. We consider the relative intensity at  $x = 0$  as a function of the time-of-flight from the double-slit to the screen inside the interferometer. This allows us to define a fringe visibility associated to the contribution to the interference pattern given by exotic looped trajectories. We demonstrate that the Sorkin parameter is given in terms of this visibility and of the axial phases which include the Gouy phase. We verify how this parameter can be obtained by measuring the relative intensity at the screen. We show that the effect of exotic looped trajectories can be significantly increased by simply adjusting the parameters of the double-slit apparatus. Applying our results to the case of neutron interferometry, we obtain a maximum Sorkin parameter of the order of  $|\kappa_{\max}| \approx 0.12$ , which is the value of the fringe visibility.

### Referências

- [1] H. Yabuki, Int. J. Theor. Ph. 25, 159 (1986).
- [2] R. P. Feynman and A. R. Hibbs, Quantum Mechanics and Path Integrals (McGraw-Hill, New York, 3rd. ed. 1965).
- [3] U. Sinha, C. Couteau, T. Jennewein, R. Laflamme, and G. Weihs, Science 329, 418 (2010).
- [4] I. G. da Paz, C. H. S. Vieira, R. Ducharme, L. A. Cabral, H. Alexander, and M. D. R. Sampaio, Phys. Rev. A 93, 033621 (2016).



## **P08 - Estudo teórico dos Nanotubos de Carbono de Parede Dupla sob efeito de Pressão e Temperatura**

Mário Rocha dos Santos, Acrísio Lins de Aguiar  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Os materiais à base de carbono são importantes pela necessidade da obtenção de materiais com propriedades especiais tais como melhor resistência mecânica e maior estabilidade térmica. Estudamos os Nanotubos de Carbono de Parede Dupla (Double Wall Carbon Nanotubes – DWNTs) no que diz respeito a sua estabilidade estrutural quando submetidos a condições extremas de pressão e temperatura. Neste trabalho, iremos estudar nanotubos do tipo armchair (5,5)@(10,10) e ZigZag (9,0)@(17,0) sob o efeito da pressão (1-10)GPa e para temperaturas até 4800K, a fim de proporcionar um maior número de polimerizações cruzadas entre os tubos. Interessante ainda encontrar uma região na qual os nanotubos passam por uma mudança de fase, iniciando com as polimerizações, passando por um processo de grafitação e por fim a amorfização. No estudo das propriedades estruturais dos nanotubos, usamos simulações de dinâmica molecular com potenciais semi-empíricos (REBO) e Lennard-Jones, com condições periódicas de contorno. É importante mencionar que o processo da dinâmica dos tubos se dá por meio de aquecimento e resfriamento destes, e, a pressão se dá pela diminuição da caixa de simulação nas direções  $x$  e  $y$ . Observamos que, com o aumento da temperatura e pressão abaixo de 3GPa, o número das ligações  $sp^3$  aumentam, a partir da temperatura de 4800 K esse material se torna amorfo, ou seja, os átomos não obedecem uma simetria tubular. No entanto, para pressões maiores que 3 GPa, os tubos passam por um processo de grafitação antes que ocorra a amorfização. Logo, é importante para aplicações enquanto houver simetria, o que se estende somente até temperatura de 4200K. Por fim, sugerimos uma possibilidade de podermos aumentar a resistência dos nanotubos de carbono, desde que essa conversão de ligações  $sp^2$  para  $sp^3$  tenha um número razoável.

### Referências

- [1] S. F. Braga, D. S. Galvão. “Molecular dynamics simulation of single wall carbon nanotubes polymerization under compression”. *Journal of Computational Chemistry* 28(10), 1724 (2007).
- [2] A. F. Francesco Colonna, E. J. Meijer1. “Graphitization of single-wall nanotube bundles at extreme conditions: Collapse or coalescence route”. *Physical Review B* 88 (2013).



## **P09 - Desafios para a engenharia de cristais na indústria farmacêutica**

Alejandro Pedro Ayala

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará

A administração de medicamentos por via oral em formulações sólidas (comprimidos, cápsulas, suspensões, etc.) é, em geral, a mais conveniente, segura e barata, e, portanto, a mais comum. No entanto, sua eficácia terapêutica está diretamente relacionada às características do fármaco no estado sólido. Em particular, a solubilidade desempenha um papel crítico na biodisponibilidade de um fármaco. Porém, moléculas com limitada solubilidade em água estão se tornando cada vez mais predominantes na pesquisa e desenvolvimento de novos fármacos. Estas moléculas são um grande desafio para o desenvolvimento farmacêutico já que podem exibir uma dissolução lenta em fluidos biológicos e, portanto, uma baixa eficácia, particularmente quando ministrados por via oral. Diversas estratégias têm sido aplicadas para contornar a baixa solubilidade em água e melhorar a velocidade de dissolução, as quais incluem a micronização, o uso de sais, a solubilização de drogas em co-solventes e soluções micelares, a complexação com ciclodextrinas e a utilização de sistemas lipídicos. Embora estas técnicas têm-se mostrado eficazes para aumentar a biodisponibilidade oral, o sucesso das mesmas é às vezes dependente a natureza físico-química específica das moléculas alvo. A abordagem da Engenharia de Cristais, baseada num profundo conhecimento das propriedades físicas dos fármacos, oferece um método alternativo e de grande potencial para melhorar a solubilidade, velocidade de dissolução e biodisponibilidade de insumos farmacêuticos ativos (de origem sintético ou natural) pouco solúveis. Nesta apresentação serão apresentados os avanços realizados nesta área através de exemplos baseados num enfoque multidisciplinar, com especial destaque para a física de estado sólido, que contribua para caracterizar, entender e prever os mecanismos que levam ao empacotamento molecular nos fármacos e suas consequências na qualidade e eficácia dos medicamentos.



## **P10 - Plasma treatment influence on the morphological and electrical properties of PLEDs**

Guilherme Severino Mendes de Araújo, Michelle de Paula Madeira, Ángel Alberto Hidalgo, Cleânio da Luz Lima, Maria Letícia Vega  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

In the construction of organic devices are used macromolecules as active layers. These materials are deposited on conductive transparent substrates, the most commonly used is Indium Tin Oxide (ITO). The ITO is extensively studied in order to improve the morphological and electrical properties to obtain a better quantum yield of PLEDs. In this work was studied the influence of Oxygen, Nitrogen and Argon plasma on ITO and Glass substrate. In order to understand the influence of the plasma on ITO surface was constructed PLEDs using as active layer MEH-PPV. Contact Angle Measurement was used to study the wettability of the substrate. The morphology of surface was studied with Atomic Force Microscopy (AFM). The electrical response of PLEDs was analyzed using current x voltage curves and impedance spectroscopy. The untreated glass and ITO has contact angle bigger than  $45^\circ$  before plasma treatment. However, when both substrates are exposed to plasma the surface becomes hydrophilic allowing good wettability. Contact angle of the substrate decreases with increasing plasma time, and for times greater than 1 min there is no change, remaining around  $10^\circ$ . The mean square roughness of both substrates submitted to plasma does not have significant variation when compared with untreated substrates. In the case of glass, the morphology change is more pronounced when compared to ITO. The roughness variation is approximately 2 nm in both type of surfaces. According to literature [1], there is no significant influence of roughness on contact angle; it must be greater than  $0.1 \mu\text{m}$  to modify the wettability. Then the contact angle change observed has to be related to the interactions between the liquid and the solid. In the devices constructed with ITO treated with different plasmas it is observed an increase in conductivity and a reduction in turn-on voltage when compared to untreated PLEDs.

Acknowledgements: UFPI-PPGF, FAPEPI, CNPq, CAPES, FINEP, INEO.

### Referências

[1] Oner, D, et al; Langmuir, 16, 2000.



## **P11 - Efeito do *strain* nas propriedades mecânicas de monocamadas BCN com diversos níveis de desordem posicional.**

David Joseph

Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Estruturas híbridas, BCN (BN e grafeno) tem propriedades intermediárias entre o grafeno e BN. O controle da composição química dos elementos do material pode tornar possível o desenvolvimento de materiais com propriedades específicas. Além disso, trabalhos tem mostrado que além da composição química, a desordem posicional dos átomos é fator importante para determinar suas propriedades (PRB, 73: 073108, 2006; ACS Nano, 5: 385, 2011). Além da dopagem, deformações estruturais também podem introduzir significativas modificações nas propriedades mecânicas de nanomateriais. O presente trabalho tem como objetivo estudar os efeitos da desordem nas propriedades mecânicas de estruturas BCN. Para isso, utilizou-se a Teoria do Funcional da Densidade implementada no código SIESTA. Desse modo, aplicou-se deformações uniaxiais em diversos percentuais para que houvesse deformações nas estruturas até o seu rompimento. Alterações estruturais podem modificar de forma significativa as propriedades mecânicas e eletrônicas de materiais como o grafeno, por exemplo. Trabalhos sobre as propriedades mecânicas do grafeno dopado com boro e nitrogênio tem sido feitos e revelam possibilidades de aplicações interessantes (Peng, Q. et. al. Acta Mech. 223: 2591, 2012). Neste trabalho, foi utilizado o grafeno dopado com Boro (B) e Nitrogênio (N), no qual aplicou-se um strain em amostras selecionadas e calculou-se as constantes elásticas de cada amostra. As amostras propostas tem concentrações fixas de boro e nitrogênio (37,5 % cada) e 25 % de Carbono, diferindo apenas pelo grau de desordem posicional dos átomos no material, e teve como objetivo avaliar as mudanças no comportamento das constantes elásticas de cada amostra de acordo com a desordem posicional das espécies químicas. Este estudo comprovou que tal desordem não é um efeito relevante sobre as propriedades mecânicas de estruturas BCN.



## **P12 - Nonminimal couplings and Physics beyond the Standard Model: repercussions on Magnetic dipole moment, Electric dipole moment, Schiff theorem and Schiff moment**

Manoel Messias Ferreira Júnior  
Departamento de Física, Universidade Federal do Maranhão

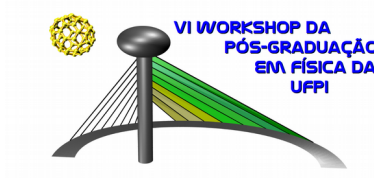
The magnetic dipole moment (MDM) of the electron is one of the physical quantities best known in nature. The electron anomalous magnetic moment, the gyromagnetic factor deviation from the value predicted by the pure Dirac equation, due to radiative corrections, is known with precision best than 1 part in  $10^{12}$ . Such experimental precision can be, obviously, used to constrain new theoretical models that yield MDM corrections. The electric dipole moment (EDM) of elementary particles is a tiny quantity compatible with parity-odd and time reversal-odd interactions. In a nonrelativistic formulation, the EDM interaction has the form  $d(\boldsymbol{\sigma}\cdot\mathbf{E})$ , in which  $\mathbf{E}$  is the electric field,  $\boldsymbol{\sigma}$ , the spin operator and  $d$ , the EDM modulus. The EDM magnitude  $d$ , according to the Standard Model (SM), is  $\approx 10^{-38}\text{e}\cdot\text{m}$ , while the experimental measurements have reached the level  $\approx 10^{-31}\text{e}\cdot\text{m}$  very recently, having a large space for new physics, beyond the Standard Model, to play a relevant role. The electron EDM, actually measured at the level  $\approx 8\times 10^{-31}\text{e}\cdot\text{m}$ , also provides a strong tool to constrain theoretical models that correct the electron EDM. Concerning the EDM of atoms, it holds the Schiff theorem (1963), stating that for an atom with a point-like nucleus and nonrelativistic electrons that interact electrostatically only, the nuclear EDM is completely screened at first order by the atom's electrons, causing no Stark spectrum shift. For a finite-sized nucleus, however, the first order screening is no longer complete, there appearing the nuclear Schiff moment, whose interaction with the electrons generates atomic EDM. In this talk, we introduce some elements of the physics of MDM, EDM, Schiff theorem and Schiff moment, discussing how new physics can impact on the these issues and be constrained by the related experimental data.



## **P13 - Um Novo Esquema de Renormalização em Teoria Quântica de Campos**

Paulo Renato Silva de Carvalho  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Nesta apresentação mostraremos os passos que levaram um membro do Grupo de Teoria Quântica de Campos da UFPI e colaborador a desenvolverem um novo esquema de renormalização em Teoria Quântica de Campos. Mostraremos a necessidade e utilidade de esquemas de renormalização, em geral e em particular o desenvolvido pelo grupo, em Teorias Quânticas de Campos, notadamente no cálculo de correções radiativas em Física de Altas Energias ou no cálculo de correções a campo médio em Física da Matéria condensada.



**P14 -**

Raimundo Nogueira da Costa Filho  
Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará

A definir.





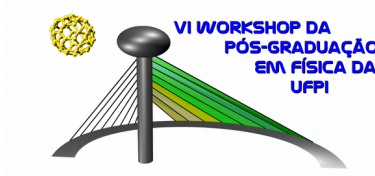
## **P15 - Síntese e Caracterização Magnética do Molibdato de Cobalto dopado com Zinco**

Cleânio da Luz Lima

Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Muitos dos dispositivos tecnológicos modernos dependem de materiais magnéticos, dentre os quais incluem os geradores e transformadores de energia elétrica, os motores elétricos os rádios, os televisores, telefones, computadores e componentes de sistemas de reprodução de som e vídeo. Os molibdatos de metais de transição têm sido gradualmente utilizados como alternativas promissoras e eficazes, pois oferecem vantagens como baixo custo, recursos abundantes, além de não agredirem o meio ambiente. O molibdato de cobalto em particular, tem despertado grande interesse da comunidade devido às suas excelentes propriedades catalítico, eletroquímico e magnético e, em virtude disso, oferecem inúmeras aplicações, que vão desde o uso em materiais ânodos em baterias de lítio e capacitores eletroquímicos à oxidação fotocatalítica de corantes. Neste estudo, bastões de molibdato de cobalto puro e dopado com zinco  $Zn_xCo_{(1-x)}MoO_4$  ( $x = 0, 1, 2$  e  $3\%$ ), foram sintetizadas pelo método hidrotérmico e caracterizados por difração de Raios-X, espectroscopia na região do infravermelho (FTIR), espectroscopia Raman, espectroscopia na região do ultravioleta e visível (UV-vis), microscopia eletrônica de varredura (MEV), EDS e medidas magnéticas. Após caracterização foi observado, na análise magnética, que o molibdato de cobalto puro na temperatura ambiente é paramagnético e, após a dopagem com zinco, passa a ser ferromagnético.

Palavras-Chave: Molibdato de cobalto, Paramagnético, ferromagnético.



## **P16 - Os Novos Mundos do Cosmo**

José Renan de Medeiros

Departamento de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Apresentaremos uma síntese dos principais resultados da Exoplanetologia Moderna, incluindo estatísticas e propriedades físicas dos Exoplanetas descobertos até o presente. Serão também apresentados os procedimentos de busca e detecção de planetas fora do Sistema Solar, incluindo as limitações em precisão e resolução da espectroscopia estelar atual.



## **SP01 - Um hipertexto sobre astronomia: uma adequação a base nacional comum curricular no terceiro ano do ensino médio para o ensino de física**

Edson Lopes da Silva<sup>1</sup>, C. A. S. Melo<sup>2</sup>

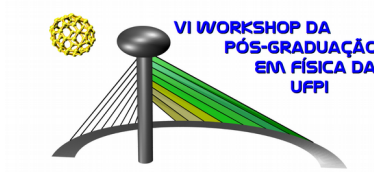
<sup>1</sup> MNPEF/UFPI/ mestrando / Departamento de Física/ Campos Universitário Ministro Petrônio Portela, Bairro Ininga, CEP 64049-550- Teresina, PI- Brasil.

<sup>2</sup> MNPEF/UFPI/ professora / Departamento de Física/ Campos Universitário Ministro Petrônio Portela, Bairro Ininga, CEP 64049-550- Teresina, PI- Brasil.

Este artigo tem o objetivo de apresentar um hipertexto sobre astronomia, Muito se tem discutido sobre a importância do ensino de Física em todos os níveis. Sabe-se que o acesso ao conhecimento científico se dá de diversas formas e, em diferentes ambientes, mas é na escola que se inicia a formação de conceitos científicos introduzida explicitamente, oportunizando ao aluno a compreensão da realidade e a superação de problemas que lhes são impostos diariamente. Assim, o interesse pela pesquisa surgiu a partir da observação à falta de livros didáticos do conteúdo de astronomia inserido pela Base Nacional Comum Curricular no terceiro ano do ensino médio, bem como ainda o déficit na aprendizagem dos alunos no ensino médio das escolas públicas em física, pois desenvolver um hipertexto que possa facilitar o processo de ensino aprendizagem dos alunos, seguindo a teoria de aprendizagem de Piaget, onde o crescimento cognitivo do aluno pode se dá através de assimilação e acomodação da ação da realidade. O hipertexto vai incentivando o aprofundamento dos temas pelos links no decorrer do mesmo. A metodologia do trabalho é uma revisão bibliográfica sobre o tema para elaboração de um hipertexto dos conteúdos de astronomia inserido no terceiro ano pela Base Nacional Comum Curricular, que pode ser aplicado, com os alunos onde a linguagem facilita a compreensão dos conceitos e teorias. É esperado que os hipertextos no ensino de física possam tornar o aprendizado mais eficaz.

### Referências

- [1] PIAGET, J; GARCIA, R. Psicogênese e História da Ciência. São Paulo. Lisboa publicações Dom Quixote, 1987.
- [2] BRASIL. Ministério da Educação. UNDIME. CONSED. Governo Federal. Institui a Base Nacional Comum Curricular para educação básica, p. 203-219. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em 03 março de 2016.
- [3] BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: ministério da educação, 1999, p. 228 – 237.
- [4] PIAGET, Jean. A psicologia da inteligência. São Paulo: Vozes, 2013.
- [5] PIAGET, Jean. O Nascimento da Inteligência na Criança. Rev. mental, v. 258, p. 259, 1982.
- [6] ROSENFELD, Rogério. Cosmologia. Instituto de Física Teórica, UNESP. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/cosmologia.pdf>. Acesso em 10 ago. 2016.
- [7] PORTUGAL, Cristina. Hipertexto como instrumento para apresentação de informações em ambiente de aprendizado mediado pela internet. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, São Paulo, Janeiro. 2005.



[8]<http://image.slidesharecdn.com/espasideral-140326135756-phpapp01/95/espao-sideral-1-638.jpg?cb=1395844197>



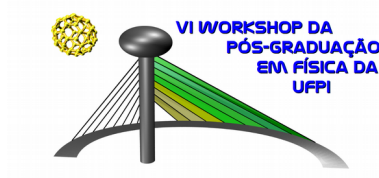
## **SP02 - Diagrama de Fase de Modelos de Spin**

Jucelino Ferreira de Sousa, Francisco Welington de Sousa Lima  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Nesse trabalho, nós estudamos o Modelo de Potts com  $q=3$  estados na rede direcionada honeycomb bidimensional, utilizando probabilidades de religação  $p=0.1; 0.5$  e  $0.9$  e seis diferentes tamanhos de rede. O modelo de Potts trata da interação de spins [1] e pode ser considerado como uma generalização do modelo de Ising ( $q=2$  estados). Tal modelo (de Potts) apresenta transição de fase de segunda ordem em redes bidimensionais regulares, para  $q \leq 4$  e de primeira ordem para  $q > 4$  [2, 3]. Foi aplicado o método de Monte Carlo com o algoritmo de Metropolis nas simulações computacionais, cujos resultados não mostraram uma influência no comportamento crítico do sistema devido à variação de  $p$ . Tais resultados sugerem uma transição de fase de segunda ordem para os três valores de probabilidade. Porém, os expoentes críticos encontrados não concordam muito bem com os valores teóricos esperados. O método de obtenção do ponto crítico a partir da interseção das curvas de  $U_4$  não se mostrou tão eficiente, sendo necessário recorrer a outros métodos, como a partir dos picos da suscetibilidade ou calor específico, por exemplo.

### Referências

- [1] ISING, E. Z. Phys, v.31, p.253, 1925.
- [2] BAXTER, R. J. J. Phys. C, v.6, p.L445, 1973.
- [3] BAXTER, R. J.; TEMPERLEY, H. N. V.; ASHLEY, S. E. Proc. Roy. Soc. London Ser. A, v.358, p.535, 1978.



## **SP03 - Estudo teórico da estrutura eletrônica de nanotubos de carbono**

Ana Maria Gomes da Silva, Acrísio Lins de Aguiar  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Nanotubos de carbono são estruturas cilíndricas que pode apresentar diferentes quiralidades, que depende basicamente de como a sua estrutura base é enrolada. Para obter diferentes nanotubos de carbono o estudo fora realizado, com cálculos e simulação computacional, levando em conta a geometria hexagonal base.

### Referências

- [1] Novoselov, K.S, Geim A.K, et al. Science 22, 666. (2004)..
- [2] Iijima, S. Nature 354, 56. (1991).
- [3] Aguiar Acrísio. L., Nanotubos de Carbono de Parede Dupla submetidos à condições extremas de Altas Pressões e Altas Temperaturas, (2012).



## **SP04 - Estudo de Transições de Fase no Molibdato de Prata em Baixas Temperaturas**

Gislayllson Dias dos Santos Souza<sup>1</sup>, João Victor Barbosa Moura<sup>2</sup>, Cleânio Luz-Lima<sup>1</sup>,  
Paulo de Tarso Cavalcante Freire<sup>2</sup>, Gardênia de Sousa Pinheiro<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará

O presente trabalho apresenta os estudos realizados sobre a síntese, caracterização estrutural e vibracional, bem como a estabilidade do molibdato de prata ( $\text{Ag}_2\text{MoO}_4$ ). O molibdato de prata foi sintetizado utilizando-se o método hidrotérmico e caracterizado por difração de raios-X, refinamento Rietveld, microscopia eletrônica de varredura, espectroscopia Raman e espectroscopia infravermelho. Os resultados evidenciaram que o molibdato de prata se cristalizou na estrutura cúbica do tipo *spinel*, sendo denominada de  $\beta\text{-Ag}_2\text{MoO}_4$ . Espectros Raman foram medidos enquanto o  $\beta\text{-Ag}_2\text{MoO}_4$  foi submetido a baixas temperaturas no intervalo entre  $-150$  e  $27^\circ\text{C}$  e, com o auxílio do método quimiométrico (análise de componentes principais) foi possível verificar que esse material se manteve estável no intervalo de temperatura estudado, mas entre  $-40$  e  $-60^\circ\text{C}$  foram detectadas descontinuidades na largura à meia altura e no número de onda dos modos vibracionais relacionados ao estiramento simétrico da ligação Mo–O do *cluster*  $[\text{MoO}_4]$  e ao estiramento da ligação Ag–O. Essas descontinuidades foram explicadas como possíveis conformações nos *clusters*  $[\text{MoO}_4]$  e  $[\text{AgO}_6]$ .

### Referências

- [1] NEVES, P. C. P. DAS; SCHENATO, F.; BACHI, F. A. Introdução à Mineralogia Prática. 2.ed. Canoas: Editora ULBRA, 2008.
- [2] MACZKA, M. et al. Pressure-induced structural phase transitions and amorphization in selected molybdates and tungstates. *Progress in Materials Science*, v. 57, n. 7, p. 1335–1381, 2012.
- [3] MOURA, J. V. B. et al. Phonon properties of  $\beta\text{-Ag}_2\text{MoO}_4$ : Raman spectroscopy and ab initio calculations. *Vibrational Spectroscopy*, v. 86, p. 97–102, 2016.
- [4] BELTRÁN, A. et al. First-Principles Study of Pressure-Induced Phase Transitions and Electronic Properties of  $\text{Ag}_2\text{MoO}_4$ . *The Journal of Physical Chemistry C*, v. 118, n. 7, p. 3724–3732, 2014.
- [5] TAGUCHI, H. et al. The crystal structure and electrical properties of  $\text{K}_2\text{NiF}_4$ -type  $(\text{Ca}_{2-x}\text{Sm}_x)\text{MnO}_4$ . *Materials Research Bulletin*, v. 64, p. 318–322, abr. 2015.



## **SP05 - Estudo do esvaziamento controlado de silos de “bolas” de papel amassado**

Ayrton Douglas Lopes de Aguiar, Valdemiro da Paz Brito  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

A matéria granular pode ser observada na natureza, sendo exemplos: a areia, as nozes, o carvão, o arroz, pedras e etc. O estudo dos materiais granulares é de grande aplicação na indústria farmacêutica, na agricultura, na construção civil, na produção de energia e etc. Há diversos problemas a serem estudados tais como: armazenamentos de grãos em silos, fluxos de grãos ou cascalhos em funis e até mesmo cinturões de asteroides [1]. Nas últimas décadas houve uma forte intensificação nas pesquisas relacionadas com a matéria granular. E entre esses estudos um esforço para verificar a Criticalidade Auto-Organizada (CAO), tal termo proposto inicialmente por Bak, Tang e Winsefeld [2] Este trabalho tem por objetivo analisar o descarregamento de pilhas de “bolas” de papel alumínio e papel comum amassados, verificando-se assim a influência da rugosidade nas descargas e/ou na formação de arcos de bloqueio. O experimento consiste no uso de uma célula de Hele-Shaw (CHS) delgada transparente, feita de acrílico. Foram usadas pequenas “bolas” de papel alumínio e comum amassado de diâmetro médio,  $D = 1,35$  cm, as quais possuíam superfícies rugosas. O método de execução do experimento e coleta de dados consistia no seguinte: Preparar a pilha, descarregar a pilha, determinar o tamanho da avalanche e fazer a análise dos dados obtidos. Foram realizadas 50 descargas para cada abertura. Foi observado que poderia ocorrer um fluxo contínuo como um “líquido” ou a formação de um arco de bloqueio, que obstruía a descarga. A pilha tinha uma probabilidade de não formar arco e ter um fluxo contínuo para aberturas maiores, ocorrendo então descarregamentos catastróficos. Logo após o equilíbrio, surgiam duas novas pilhas filhas. O sistema apresenta um comportamento tipo lei de escala com diferentes expoentes críticos. Neste trabalho foi observada a existência de um valor crítico,  $W/D = 4,75 \pm 0,08$  para “bolas” de papel alumínio amassado e de  $W/D = 6,62 \pm 0,07$ , para “bolas” de papel comum amassado, para que ocorresse uma mudança no regime de escoamento das “bolas”, de “controlado” para “catastrófico”. Foi concluído que o sistema não apresenta criticalidade auto-organizada (CAO), pois o mesmo apresenta um comportamento dependente do tamanho da abertura,  $W$ , concordando assim, com as conclusões do trabalho de Magalhães et al [3]. Verificou-se que aumentando-se  $W$  diminuía a probabilidade de ocorrerem arcos, chegando-se a um valor de abertura em que raramente ocorriam arcos e sim, fluxo contínuo, gerando duas pilhas filhas ao final do escoamento.

### Referências

- [1] Duran, Jacques. Sands, Powders, and Grains: an introduction to the physics of granular materials. Springer-Verlag, New York, 1999;
- [2] P. Bak, C. Tang e K. Winsefeld, Phys. Rev. Lett. 59, 381 (1987);
- [3] C. F. M. Magalhães and J. C. Moreira, Catastrophic regime in the discharge of a granular pile. J. Phys. Rev. E 82, p. 051303, 2010.





## **SP06 - Estudo *ab initio* de Sistemas Híbridos** **$C_{2n}H_2@SWCNT$ Sob Condições Extremas de Pressão**

Ramon Sampaio Ferreira, Acrisio Lins de Aguiar  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Neste trabalho, estudamos as propriedades mecânicas e vibracionais de cadeias lineares de carbono confinadas em nanotubos de carbono[1], (8,0) e (5,5). Para isso, foram utilizados cálculos *ab initio* implementados no código SIESTA[2]. Os cálculos *ab initio* foram realizados via DFT (Teoria do Funcional da Densidade), usando a aproximação GGA para o termo de troca-correlação. Estudamos o efeito da deformação dos nanotubos sobre cadeias lineares de carbono de diversos comprimentos e observamos que com aumento dessa deformação, houve uma variação significativa nas ligações carbono-carbono da cadeia. O comprimento das ligações triplas ( $C \equiv C$ ) aumentou enquanto o comprimento das ligações simples ( $C - C$ ) foi reduzido. Observou-se também que após uma certa deformação crítica, a cadeia deixa de ser linear (hibridização  $sp$ ) e torna-se zigzag (hibridização  $sp^2$ ) ligada ainda às paredes do nanotubo. Além disso, também foi analisado o comportamento dos modos vibracionais da cadeia, e verificou-se que as frequências desses modos da molécula tendem a diminuir significativamente com o aumento da taxa de compressão. Então, mostramos que, de forma geral, se uma cadeia linear de carbono é confinada dentro de um nanotubo de carbono, devido à interação deste nanotubo com a cadeia, as ligações simples irão sofrer uma redução nos seus comprimentos e as ligações triplas um acréscimo em seus comprimentos. Por fim, é possível observar ligações covalentes entre os átomos da cadeia e os átomos do nanotubo quando a taxa de deformação é relativamente alta.

Nossos resultados explicam recentes experimentos realizados em cadeias lineares no interior de MWCNTs, onde foi observado coeficientes de pressão negativos para os modos vibracionais das cadeias.

Um estudo eletrônico também foi realizado, mostrando que essa variação no comprimento das ligações está intimamente relacionado à transferência eletrônica que se dá do nanotubo de carbono para a cadeia linear, percebeu-se que essa transferência de carga é diretamente proporcional ao tamanho da cadeia e que pouco tem relação com a quiralidade dos tubos analisados.

O gap desse sistema híbrido e o gap da molécula também foi alvo de estudo, procuramos entender o comportamento da condutividade desses materiais sob o efeito de deformação estrutural.

### Referências

- [1] Sumio Iijima. Helical microtubules of graphitic carbon. *Nature*, 354(6348):56–58, Nov 1991.
- [2] José M Soler, *et al.* The siesta method for *ab initio* order-  $n$  materials simulation. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 14(11):2745, 2002.



## **SP07 - Síntese de nanoestruturas de WO<sub>3</sub> e sua aplicação como catalizador do corante azul de metileno**

Edynara Cruz de Moraes<sup>1</sup>, Joyce Araujo Borges<sup>2</sup>, Cleânio Luz Lima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

<sup>2</sup>Departamento de Física dos Materiais, Universidade Federal do Piauí

Atualmente, devido as necessidades do desenvolvimento tecnológico e a preocupação com o meio ambiente, há um crescente interesse no estudo de materiais nanoestruturados inorgânicos, que possam ser sintetizados em grande escala por meio de técnicas de fácil implementação, e que possam proporcionar uma excelente reprodutibilidade, elevado número de poros, com elevada pureza, e custos relativamente baixos. Em particular, os Molibdatos e Tungstados, tem sido extensivamente estudada, devido as suas propriedades físicas, tais como, semicondutores, fotoluminescentes, eletroluminescência, e com aplicação como fotocatalisador inorgânicos e detector de gás. Com isso, este trabalho teve como propósito, realizar a síntese das nanoestruturas de Tungstênio puro e dopado com 15% de Molibdênio com base no trabalho de LI, Jin et al. (2013), usando o método hidrotérmico, onde a caracterização das suas propriedades vibracionais foram feitas por meio de técnicas como Raman, Infravermelho e para estudarmos o desempenho fotocatalítico das nanoestruturas do Trióxido de Tungstênio (WO<sub>3</sub>) dopado na degradação do corante Azul de Metileno, foi utilizado a técnica UV-Vis. Analisando os resultados obtidos, verificamos que os espectros Raman obtido para o WO<sub>3</sub> puro e dopado corroboram com os obtidos por LI, Jin et al. (2013) e SOUZA (2007). E com relação ao estudo da eficiência na adsorção do corante, observamos que as nanoestruturas de WO<sub>3</sub> dopadas com 15% de Molibdênio apresentam uma alta capacidade de adsorver o corante teste. Nos primeiros 15 minutos observa-se que as nanoestruturas adsorvem cerca de 60% do corante, e, em apenas 25 minutos, notamos que 100% do corante já havia sido adsorvido. Com isso, podemos concluir que as nanoestruturas de WO<sub>3</sub> podem ser utilizados em processos de adsorção. E como perspectivas futuras, as nanoestruturas de WO<sub>3</sub> serão aplicadas para a detecção de gases.

### Referências

- [1] LI, Jin et al. Formation of WO<sub>3</sub> nanotube-based bundles directed by NaHSO<sub>4</sub> and its application in water treatment. *Journal of Materials Chemistry A*, v. 1, n. 4, p. 1246-1253, 2013.
- [2] SOUZA, Anne Michelle Garrido Pedrosa. Desenvolvimento de catalisadores bifuncionais de óxido de zircônio modificado por óxidos de tungstênio e molibdênio contendo platina para a reação de isomerização de n-parafinas. 2007.



## **SP08 - Cloridrato de L-Cisteína Monohidratado: Estudo de transição de fase em altas temperaturas**

Rosilene da Fonseca Silva, Gardênia de Sousa Pinheiro  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

O interesse no estudo de cristais biológicos (como aminoácidos, por exemplo), em diferentes condições de temperatura e/ou pressão aumentou substancialmente nos últimos anos. Resultados desse tipo de estudo podem ser utilizados para modelar as estruturas e as interações das proteínas naturais e para sintetizar novos materiais baseados em biomoléculas. O estudo das diferentes formas polimórficas em cristais dessas moléculas é importante na compreensão da relação estrutura-propriedade, em particular do papel da ligação de hidrogênio [1]. A L-cisteína, um aminoácido essencial, possui várias aplicações como, por exemplo, em suplementos alimentares, em produtos farmacêuticos e de cuidado pessoal, em produção de aromas além de aplicações industriais[2]. O presente trabalho tem como objetivo o estudo da estabilidade térmica do cristal de cloridrato de L-cisteína monohidratado quando submetido à altas temperaturas utilizando a espectroscopia Raman. Os estudos sobre a estabilidade dos cristais de cloridrato de L-cisteína monohidratado foram realizados utilizando espectroscopia Raman para valores de temperatura entre 20 e 120°C. Da análise dos espectros Raman, é possível notar que diversas bandas Raman desaparecem e outras apresentam descontinuidades em seus números de onda e/ou intensidades. Essas mudanças indicam que os cristais de CYSCLM sofrem uma transição de fase estrutural entre 60 e 80°C, que pode ser explicada em termos da complexa rede de ligações de hidrogênio presente no cristal.

### **Referências**

- [1] Y. A. Chesalov, G. B. Chernobai, and E. V. Boldyreva, *J. Struct. Chem.* **49**, 1012.
- [2] J.A. Lima Jr, *Espectroscopia Raman dos Aminoácidos L-metionina, DL-alanina e de Nanotubos de Carbono*, Universidade Federal do Ceará, 2008.



## SP09 - Efeitos de tensão uniaxial em Nanotubos de Phagrafeno

Wjefferson Henrique da Silva Brandão, Acrísio Lins de Aguiar  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Os alótropos de carbono possuem estruturas das mais diversas formas, por exemplo o fulereno[1] em forma de bola de futebol, o nanotubo[2] no formato tubular, e o grafeno[3] com estrutura planar semelhante ao favo de mel. Em particular, os nanotubos de carbonos são materiais com boas expectativas à terem gigantescos potenciais de aplicações na ciência e tecnologia[4], por apresentarem excelentes propriedades mecânicas, térmicas e eletrônicas. Uma estrutura também composta somente de carbonos foi recentemente descoberta computacionalmente por um grupo de pesquisadores[5] e é especialmente interessante do ponto de vista energético em relação ao seu “primo” grafeno. A estrutura conhecida como *Phagrafeno* possui uma rede bidimensional semelhante ao grafeno, porém os átomos desse material estão arranjados em arranjos de pentágono-hexágono-heptágono. Nesse trabalho serão apresentados efeitos de tensão sobre os nanotubos de Phagrafeno utilizando simulações de dinâmica molecular. Os valores dos módulos de Young calculados nas simulações para os tubos flutuam em torno de 824 GPa (Giga Pascal), um pouco abaixo dos valores encontrados para nanotubos convencionais[6]. Os gráficos de Stress *versus* Strain mostram pontos críticos em torno de 30% do comprimento inicial do tubo.

### Referências

- [1] Harry W. Kroto, A. W. Allaf, and S. P. Balm. *C60: Buckminsterfullerene*. **Chemical Reviews**, 91(6):1213–1235, 1991.
- [2] Sumio Iijima. *Carbon nanotubes: past, present, and future*. **Physica B: Condensed Matter**, 323(1):1–5, 2002.
- [3] Andre K. Geim and Konstantin S. Novoselov. *The rise of graphene*. **Nature materials**, 6(3):183–191, 2007.
- [4] Marcelo H. H., Maria I. F. M., and Ana M. R. *Tecnologia dos nanotubos de carbono: tendências e perspectivas de uma área multidisciplinar*. **Química Nova**, 27(6):986–992, 2004.
- [5] Wang, Z. and Z., X.-F. and Z., X. and Z., Q. and ., H. and Z., M. and O., A. R. *Phagraphene: A Low-Energy Graphene Allotrope Composed of 5–6–7 Carbon Rings with Distorted Dirac Cones*. **Nano Letters**, 15(9): 6182-6186, 2015.
- [6] Rodrigo B. C., Catalin D. S., Paul T., M. L. C. and S. G. L. *Hydrostatic pressure effects on the structural and electronic properties of carbon nanotubes*. **Phys. stat. sol. (b)**, 241(14): 3352 – 3359, 2004



## **SP10 - Transporte eletrônico em cadeias simples de DNA relacionadas com a doença de Huntington**

Ricardo Gondim Sarmiento<sup>1</sup>, Michelle de Paula Madeira<sup>1</sup>, Raimundo Nonato Oliveira Silva<sup>1</sup>, Nilton Ferreira Frazão<sup>2</sup>, Antônio de Macedo-Filho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciência da Natureza - LEDOC, Universidade Federal do Piauí, Floriano, PI, Brasil.

<sup>2</sup>Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, PB, Brasil.

<sup>3</sup>Campus Prof. Antonio Geovanne Alves de Sousa, Universidade Estadual do Piauí, PI, Brasil.

Descrevemos uma análise numérica do transporte eletrônico em cadeias simples de DNA, constituído por cento oitenta e dois nucleotídeos. As cadeias de DNA estudadas foram extraídas de um segmento do cromossomo humano 4p16.3, que foram modificadas pela expansão das repetições trinucleotídicas CAG (citossina-adenina-guanina) para imitar a doença de Huntington. As cadeias de DNA modificadas foram conectadas entre dois eletrodos de platina para análise da relação entre o transporte eletrônico na molécula e a doença de Huntington. Os cálculos foram realizados dentro de um modelo *tight-binding*, juntamente com a técnica da matriz de transferência, para investigar a corrente-voltagem (IV) de vinte e três tipos de sequência de DNA e compará-las com as distribuições dos números de repetição CAG relacionados com a doença. Todas as sequências de DNA estudadas têm um comportamento característico de um semicondutor. Além disso, os resultados mostraram uma correlação direta entre as curvas corrente-voltagem e as distribuições dos números de repetição CAG, sugerindo uma possível aplicação no desenvolvimento de biossensores baseados em DNA para diagnósticos moleculares.

### Referências

[1] R.L. Margolis, C.A. Ross, Clin. Chem. 49(10), 1726 LP (2003)

[2] R.G. Sarmiento, N.F. Frazão, A. Macedo-filho, Phys. Lett.A 381(4), 276 (2017)

[3] J.I.N. Oliveira, E.L. Albuquerque, U.L. Fulco, P.W. Mauriz, R.G. Sarmiento, E.W.S. Caetano, V.N. Freire, Europhys. Lett. 107(6), 68006 (2014).



## **SP11 - Dinâmica da evasão fiscal em modelos no equilíbrio e fora do equilíbrio**

Edmundo Alves de Moura Filho, Francisco Welington de Sousa Lima  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de verificar a dinâmica da evasão fiscal baseado em estudos desenvolvidos por pesquisadores da Alemanha junto com o Prof. Dr. Francisco W. S. Lima. Nós desenvolvemos um modelo para a evasão fiscal baseado no modelo de Ising. Ampliamos o modelo usando um mecanismo de aplicação que pode permitir produtores políticos frear a evasão fiscal. A evasão fiscal em uma comunidade de pessoas homogêneas continua sendo uma das principais causas de preocupação para os governos.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] Zaklan, G; Westerhoff, F; Stauffer, D. Analysing tax evasion dynamics via the Ising model ,Springer, vol.4(1) N°4, 1-14, janeiro/2009.
- [2] Blooquist, K. A Comparison of Agent-Based Models of Income Tax Evasion, Social Science Computer Review, vol. 24, N°4, 411-425, 2006.
- [3] Zaklan, G.; Westerhoff, F.; Stauffer, D. Analysing tax evasion dynamics via the ising model, Springer, vol.4(1), N° 4, 1-14, janeiro/2009.
- [4]Lima, F. W. S.Tax evasion dynamics and nonequilibrium Zaklan model with heterogeneous agents on square lattice, vol. 26, N° 3, 1-8, setembro, 2014.
- [5]Zaklan, G.; Lima F.W. S.; Westerhoff. Controlling tax evasion fluctuations, Elsevier, vol. 387, N° 23, 5857–5861, outubro/2008.
- [6]Lima, F.W.S. Tax evasion and nonequilibrium model on apolonian networks, World Scientific, vol. 23, N° 11, 1-8,outubro/2012.
- [7]Lima, F.W.S. Tax evasion and nonequilibrium model on apolonian networks World Scientific, vol. 23, N° 6, 1-11, junho/2012.



## **SP12 - Estados Magnéticos em Nano-ilhas de Carbono**

Maria Lúcia Álvares Paz, Aldilene Saraiva-Souza, Eduardo Costa Girão  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Neste trabalho, investigou-se as propriedades eletrônicas de diferentes formas geométricas de nano ilhas de grafeno: hexágono, losango e triângulo com diferentes bordas (zigue-zague e armchair) e estados magnéticos (AFM, FM e PM), sendo que a grandeza física analisada foi o gap de energia e como este se comporta quando varia-se o tamanho destas estruturas. Esse estudo foi realizado a partir de cálculos baseados no método tight-binding combinado ao modelo de Hubbard com o uso de diferentes ferramentas computacionais (desenvolvemos um pacote tight-binding próprio, assim como também utilizamos o pacote *TBfor- Tight-Binding Fortran Operational Resource*). Foi verificado, então, que as propriedades eletrônicas destas nanoestruturas estão fortemente ligadas à geometria e ao estado magnético.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] R. Van Noorden. Nature 469 (7328), 14 (2011).
- [2] O. V. Yazyev. Reports on Progress in Physics 73 (5), 056501(2010)
- [3] Bullard, Z., Girão, E.C., Owens, J.R., Shelton, W.A. e Meunier, V. Sci. Rep. 5, 7634; DOI:10.1038/srep07634 (2015).
- [4] K. Novoselov, A. Geim, S. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. Dubonos, I. Grigorieva, A. Firsov. Science 306 (5696), 666.



## **SP13 - Crescimento de nanotubos de titanato de sódio sob folha de titânio**

Renato Francisco de Sousa Veloso<sup>1</sup>, Suziete Batistas Soares Gusmão<sup>2</sup>, Anupama Ghosh<sup>1</sup>,  
Bartolomeu Cruz Viana Neto<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

<sup>2</sup>Departamento de Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Piauí

A busca no desenvolvimento de materiais nanoestruturados como os nanotubos de titanato de sódio (NaTiNT) são objetos de intensos estudos em diferentes áreas da ciência devido o interesse em suas propriedades físico-químicas modificáveis assim como suas possibilidades de aplicação em células solares, fotocatalise, armazenamento de hidrogênio e sensores de gás [1]. Além disso, os nanotubos de titanato são formados por camadas de octaedros de ( $\text{TiO}_2$ ) em fases rutilo ou anatásio com cátions de sódio fazendo ligações dessas camadas e também possui elevada área superficial e capacidade de troca iônica. Diante deste contexto, o objetivo desse trabalho foi crescer nanotubos de titanato de sódio na superfície de uma folha de titânio metálico puro pelo método hidrotérmico assistido por microondas sendo caracterizada por espectroscopia Raman para analisar os modos vibracionais da estrutura, difração de raios-X (DRX) para estudar a cristalinidade, microscopia eletrônica de varredura (MEV) para observar a morfologia da amostra e espectroscopia de energia de dispersiva (EDS) para investigar a composição elementar e verificou-se através das técnicas de caracterizações que houve a formação NaTiNT na folha de titânio que foi utilizado como um substrato para o crescimento dos NaTiNT.

### **REFERÊNCIAS**

[1] Morgado Jr., Abreu, M. S., Moure, G. T., Marinkovic, B. A., Jardim, P.M., Araujo, A. S. Characterization of nanostructures titanate obtained by alkali treatment of  $\text{TiO}_2$ -anatases with distinct Crystal sizes. Chemistry of Materials, 19, 665-676 (2007).





## **SP14 - Estudo de transições de fase no aminoácido** **D-valina**

Wiliam da Silva Oliveira, Gardênia de Sousa Pinheiro  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

A D-valina, objeto de estudo desse trabalho, é um aminoácido que pode ser utilizado na síntese de pesticidas eficientes: piretróides permetrina e clorofluorocarbonetos amil devido às suas próprias características bioquímicas [1]. Este material é amplamente utilizado em pesquisas biomédicas, podendo ser usado na inibição do crescimento de fibroblastos e em aplicações nos estudos sobre sua influência na morfologia e função das células endoteliais da artéria pulmonar. A D-valina também é matéria-prima importante em fármacos quirais, sendo usada na síntese de drogas antineoplásicas, anti-diabetes e suas complicações. Com a expansão dos campos de aplicações, bem como o mercado exigente de D-valina, a preparação da mesma se tornará um campo de pesquisa quente sobre o aminoácido, daí a importância de se estudar tal material. Com o intuito de verificar a estabilidade da estrutura cristalina da D-valina e estudar possíveis transições de fase sofridas pelo cristal, experimentos de espectroscopia Raman à altas temperaturas foram realizados. Os espectros Raman dos cristais foram obtidos utilizando um sistema micro-Raman em uma geometria de retroespalhamento. O sistema consiste de um microscópio OLYMPUS, e a luz espalhada foi coletada através do espectrofotômetro BRUKER modelo SENTERRA. Para os experimentos realizados à altas temperaturas foi utilizado um forno modelo LTS420 (da Linkam Instruments). Experimentos de espectroscopia Raman na D-Valina foram realizados desde a temperatura ambiente até 220°C na região espectral 80-3500  $\text{cm}^{-1}$ . Da análise dos espectros é possível perceber que o perfil dos espectros muda para valores de temperatura entre 160 e 180 °C. Nos espectros obtidos é possível notar o desaparecimento de diversas bandas em todas as regiões do espectro, além de descontinuidades nos seus números de onda. Essas mudanças caracterizam uma transição de fase estrutural sofrida pelo cristal de D-valina entre 160 e 180°C.

### **REFERÊNCIAS**

[1] FARIA, D. L. A. DE; MASSABNI, A. C. Entenda o que é Espectroscopia Raman. Química Viva, 2011.



## **SP15 - Análise da condutividade elétrica de filmes nano estruturados depositados por plasma**

Júlio Fernando Sousa de Carvalho  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Visando a substituição de elementos condutores em placas de circuitos eletrônicos, tais como ouro, prata e cobre, por filmes de Nitreto de Titânio e Nitreto de Ferro, este trabalho tem o objetivo depositar esses filmes em amostras de vidro através da técnica de deposição por plasma com gaiola catódica. Através desta técnica de deposição por plasma, amostras são envolvidas por uma tela polarizada catodicamente sendo possível a obtenção de camadas uniformes e contínuas, até em amostras com geometrias complexas [1]. Nessa técnica, o plasma atua na gaiola catódica e arranca material, principalmente, das paredes dos furos, que reage com gases do plasma, neste caso o nitrogênio, e se depositam sobre o substrato de vidro posicionado no interior da gaiola em potencial suspenso [2]. A deposição de TiN usando pulverização magnética tem importantes vantagens específicas, tais como baixos níveis de impurezas e fácil controle da taxa de deposição. Este método também permite a produção de filmes finos de várias formas morfológicas e estrutura cristalográfica. Para caracterizar os filmes foram utilizadas as técnicas de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS), Molhabilidade e Condutividade Elétrica. Pelos valores de ângulo encontrados nos testes de molhabilidade. Podemos concluir que o filme formado por FeN possui características de uma superfície hidrófoba, e que o filme formado por TiN tem característica de uma superfície hidrófila. De acordo com os resultados obtidos, podemos observar que os filmes de FeN e TiN apresentaram resultados satisfatórios, o filme de FeN apresentou-se com uma característica de superfície hidrófoba, não permitindo o espalhamento do líquido sobre sua superfície, já o filme de TiN apresentou características de uma superfície hidrófila, ou seja, que permite o espalhamento do líquido, ambos os filmes se mostraram promissores nos testes de condutividade elétrica, com ênfase para o TiN que obteve melhores resultados quando comparado com o FeN, com essas análises promissoras, será possível uma pesquisa para aplicações futuras na eletrônica.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] ALVES JÚNIOR, Clodomiro. Nitretação a plasma: fundamentos e aplicações. 2001.
- [2] SILVA, Sandro Santos da et al. Plasma deposition of titanium nitride thin films under the effect of hollow cathode length in cathodic cage. *Matéria* (Rio de Janeiro), v. 22, n. 3, 2017.



## **SP16 - Desenvolvimento de Instrumentação para o Laboratório de Óptica Não Linear da UFPI.**

Gustavo Antônio Ferreira de Melo, Hans Anderson García Mejía  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

O projeto tem por objetivo desenvolver instrumentação eletrônica fundamental para o Laboratório de Óptica não Linear do Departamento de Física da UFPI e aprender os princípios e características da aquisição de dados para assim conceber projetos simples de DAQ [1]. Entre a instrumentação eletrônica a ser desenvolvida, temos um circuito condicionador de sinal para fotodiodo e sua fonte simétrica de 12 V [2]. Este circuito condicionador permitirá amplificar o sinal de um fotodiodo. Um outro circuito de importância para o Laboratório é um de motor de passo controlado por Arduino que será também implementado [3]. Neste caso sua importância está ligada a experimentos de espectroscopia óptica não linear de excitação e prova, onde uma linha de atraso óptica deve ser controlada por um motor de passo.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] FETZNER, Gilberto Filho. Experimentos de baixo custo para o ensino de Física em Nível Médio usando a placa Arduino – UNO. 2015. Trabalho acadêmico. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- [2] JÚNIOR, Antônio Pertence. Eletrônica Analógica, Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos. – 6aEd. 2003.
- [3] MARTINAZZO, C. Arduino: uma tecnologia no ensino de física. 2014. Trabalho acadêmico. Escola Estadual Normal José Bonifácio.



## **SP17 - Estrutura eletrônica de gaiolas abertas de carbono**

Divino Eliaquino Araujo Rodrigues, Aldilene Saraiva-Souza, Eduardo Costa Girão  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Atualmente, o estudo das nanoestruturas de carbono, tem sido um dos maiores focos de pesquisa em física, química e ciências dos materiais, devido sua grande abundância na natureza e potenciais aplicações [1]. O interesse pelos estudos das nanoestruturas tem aumentado bastante com o avanço tecnológico, em especial as de carbono, devido seu grande potencial de aplicação em diversas áreas. O grande marco inicial foi a descoberta dos fulerenos em 1985 [2]. Os fulerenos, são fortes candidatos para comporem carreadores de fármacos. A grande vantagem é que esses materiais apresentam uma baixa dimensionalidade, cerca de um nanômetro de diâmetro, tamanho ótimo que facilita a interação com DNAs e proteínas. A idéia central deste trabalho é obter a geometria de sistemas moleculares fechados de carbono contendo apenas anéis de ordem par, como quadrados, hexágonos e eventualmente octógonos. Uma vez formada a estrutura, tivemos como objetivo até o presente momento estudar apenas um hemisfério da mesma, tentando observar algumas propriedades que esses sistemas podem apresentar. Como ferramenta, estamos realizando os cálculos numéricos utilizando o método Tight-Binding, considerando interações apenas de primeiros vizinhos, incluindo ainda o Hamiltoniano de Hubbard [3]. Para o método tight-binding, utilizamos uma base de um orbital  $p$  (normal à superfície da estrutura) por cada átomo de carbono. O Hamiltoniano é composto por parâmetros de hopping que são não nulos apenas para átomos vizinhos [3].

### **REFERÊNCIAS**

- [1] R. Van Noorden. Nature 469(7328), 14 (2011).
- [2] H. W. Kroto, J. R. Heath, S. C. O'Brien, R. F. Curl, R. E. Smalley. "C60 Buckminster fullerene". Nature 318(6042), 162 (1985).
- [3] R. Saito, G. Dresselhaus, M. S. Dresselhaus. Physical Properties of Carbon Nanotubes. London: Imperial College Press (1998).



## **SP18 - Antioxidantes na camada ativa de OLEDs**

Janielton Oliveira de Andrade, Ángel Alberto Hidalgo  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Neste trabalho serão abordados assuntos a respeito da natureza óptica e elétrica dos filmes à base do MEH-PPV, um polímero orgânico conjugado de grande aplicação na eletrônica orgânica [1]. Em conjunto com este polímero pode-se utilizar antioxidantes na camada ativa dos dispositivos OLEDs (organic light-emitting diode), de modo a tentar evitar o processo de degradação do polímero orgânico [2]. Na primeira etapa foram feitos filmes com outro polímero, no caso o PMMA com adição do antioxidante LCC (líquido da castanha do caju), e através das medidas de espectroscopia de UV-vis desses filmes em diferentes tempos acumulativos, para poder analisar a degradação do antioxidante. Já na última etapa foram feitas análises elétrica nos dispositivos OLEDs sem e com a adição do antioxidante na solução do polímero orgânico. Medidas de corrente contínua (DC) e corrente alternada (AC), permitem determinar os processos de transporte e a tensão de retificação.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] Burroughes, J. H.; Bradley, D. D. C.; Brown, A. R. R.; Marks, N.; Mackay, K.; Friend, R. H.; Burns, P. L.; Holmes, A. B. Light-emitting-diodes based on conjugated polymers. *Nature*, v.347, p.539-54 (1990).
- [2] Luiz Brito de Souza Filho, COMPORTAMENTO ELÉTRICO DE OLEDs A BASE DE MEH-PPV, dissertação, 2016.



## **SP19 - Nanotubos de titanato: sintetizados pelo método hidrotérmico por microondas e trocados ionicamente com íons terras raras.**

Tainara Gomes de Oliveira<sup>1</sup>, Suziete Batista Soares Gusmão<sup>3</sup>, Thalles Moura Fé Marques<sup>1</sup>, Mônica Hipólito da Silva<sup>1</sup>, José Milton Elias de Matos<sup>1,2</sup>, Bartolomeu Viana Cruz Neto<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química – UFPI

<sup>2</sup>Ciências dos Materiais – UFPI

<sup>3</sup>Departamento de Física - UFPI

As nanoestruturas alongadas de titanato têm atraído intensas investigações, seja por conta do seu mecanismo de formação ou pela sua larga escala de aplicação, tal como em fotocatalise, células fotovoltaicas, células de combustível e baterias, condensadores eletrolíticos, sensores e armazenamento de hidrogênio. Os nanotubos de titanatos podem ser obtidos por um tratamento hidrotérmico alcalino, que por sua vez geram estruturas unidimensionais, compostas de paredes múltiplas e uma cavidade oca. Além disso, os TNTs sintetizados pelo método hidrotérmico têm uma elevada capacidade troca iônica devido à sua estrutura em camadas [1]. Para preparar esses nanomateriais, os nanotubos de titanato de sódio (NaTiNts) foram submetidos a reações de troca iônica com diferentes terras raras (TR: Pr<sup>3+</sup>, Nd<sup>3+</sup> e Yb<sup>3+</sup>), foram nomeadas PrTiNts, NdTiNts e YbTiNts, respectivamente. Os nanotubos de titanatos intercalados foram caracterizados por espectroscopia Raman, difração de raios-X (XRD), Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV e Espectroscopia de Energia Dispersiva - EDS. Observou-se nos espectros Raman, que os modos de energia mais altos (906 cm<sup>-1</sup>) e os dois mais baixos (145 e 195 cm<sup>-1</sup>) têm seus números de onda e intensidades amplamente afetadas pelo íon trocado com diferentes espécies de íons RE. O modo mais afetado é o relacionado à ligação Ti-O cujo oxigênio não é compartilhado entre as unidades TiO<sub>6</sub> (no canto do octaédrico de TiO<sub>6</sub>). Os dados de difração de raios-X indicaram que tanto a estrutura como a morfologia dos TiNts foram preservadas após a intercalação de íons RE. O pico em torno de 10° (2θ) em NaTiNts, atribuído ao plano (200) relacionado a Distância intercalar, foram ligeiramente deslocadas para a posição 2θ inferior quando os íons TR foram intercalados promovendo um aumento da distância entre camadas. Este aumento da distância intercalar é esperado, uma vez que o raio iônico de Na<sup>+</sup> é menor que o dos íons hidratados TR [3]. No MEV foi possível determinar a morfologia dos nanomateriais e no EDS a composição elementar de cada amostra e dos nanotubos de titanato de sódio puro. Assim, os diferentes íons TR inseridos na estrutura TiNts promovem a reordenação das regiões intercalares que levam a mudanças nos modos Raman [2]. Portanto este trabalho apresenta uma rota muito simples para obter novos nanotubos de titanato pelo método hidrotérmico assistido por microondas e trocá-los ionicamente.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] BAVYKIN, Dmitry V.; WALSH, Frank C. Elongated titanate nanostructures and their applications. *European Journal of Inorganic Chemistry*, v. 2009, n. 8, p. 977-997, 2009.
- [2] MARQUES, Thalles MF et al. Study of the growth of CeO<sub>2</sub> nanoparticles onto titanate nanotubes. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, v. 87, p. 213-220, 2015.
- [3] MARQUES, Thalles MF et al. Photoluminescence Enhancement of Titanate Nanotubes by Insertion of Rare Earth Ions in Their Interlayer Spaces. *Journal of Nanomaterials*, v. 2017, 2017.



## **SP20 - Escala para o modelo de Potts quântico unidimensional.**

Fernando Alves Nunes<sup>1</sup>, José Pimentel de Lima<sup>1</sup>, Raimundo Rocha dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Através da transformação do grupo de renormalização analisamos as relações de escala fenomenológica via gap de energia para o modelo de Potts quântico em uma dimensão, em temperatura zero. Verificamos que a estrutura de transformação de escala é dada exatamente por  $j' = j^{b'/\nu}$  onde  $j = J/q \cdot \Gamma$ , sendo  $J$  a constante de troca,  $\Gamma$  a intensidade do campo transversal e  $\nu$  o expoente do comprimento de correlação. Para os casos  $q=3$  e  $q=4$  obtivemos  $\nu$  e verificamos que nossos resultados concordam em boa aproximação com os previstos na literatura.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] R. B. Stinchcombe e R. R. dos Santos, J. Phys. A: Math. Gen. 18, L597(1985).
- [2] R. R. dos Santos e L. Sneddon, Phys. Rev. B 23, 3541 (1981).
- [3] P. Pfeuty, Ann. Phys. 57, 59 (1970).
- [4] J. Sólyom e P. Pfeuty, Phys. Rev. B 24, 218 (1981).
- [5] L. Mittag e M. J. Stephen, J. Math. Phys 12 (1971).
- [6] R. B. Potts, Proc. Camb. Phil. Soc 48, 106 (1952).
- [7] F. Y. Wu, Rev. Mod. Phys 54, 235 (1982).



## **SP21 - Inclined plane: rough blocks avalanches**

Ana Rita de Sousa Carvalho<sup>1</sup>, Gil Marcos Pereira Lima<sup>1</sup>, Valdemiro da Paz Brito<sup>1</sup>,  
Marcelo Andrade de Filgueiras Gomes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidade Federal de Pernambuco

We revisit the studies of the inclined plane by analyzing the behavior of slides of rough cylindrical blocks (prepared with sheets of compacted aluminum foil) in an inclined track, externally disturbed in a controlled way. The experimental arrangement used consists of an anodized aluminum track with a V-groove in which the cylinders slide. This arrangement allows adjustment of the tilt of the chute and the amount of perturbative energy inserted into the system by the impact of an articulated hammer that is part of the arrangement. The objective of the experiment is to collect the time series of slides of the blocks along the gutter at angles close to the critical angle and to determine the scale law that describes the behavior of the cumulative number of events larger than a given size as a function of this size. For the data collected so far, the law obtained is a power law type. In the 1990s, we performed similar experiments for solid blocks of aluminum, brass, teflon and PVC (produced mechanically) and the analysis of the data obtained resulted in a scale law similar to the Gutenberg-Richter law for the distribution of earthquakes on the terrestrial surface [1, 2]. The critical exponent now obtained is different from the previous one, since the cylinders used are much lighter and have rough surface.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] V. P. Brito and M. A. F. Gomes, Am. Jour. Phys. 64 (1996).
- [2] B. Gutenberg and C.F. Richter, Ann. Geofis. 9 (1956) 1.





## **SP22 - Cálculo da eficiência quântica de fluorescência de materiais via Espectroscopia de Lente Térmica.**

Claudevan Avino S. Filho<sup>1</sup>, Adriel S. Almeida<sup>2</sup>, Samuel M. Rocha<sup>3</sup>, Janildo L. Magalhães<sup>3</sup>, Francisco Eroni P. Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe

<sup>3</sup>Departamento de Química, Universidade Federal do Piauí

A eficiência quântica de fluorescência é definida como a razão entre o número de fótons emitidos pelo número de fótons absorvidos. Ela é uma das grandezas que determinam se o material pode ou não ser aplicado em meios fluorescentes. Entre esses materiais [1], destacam-se os derivados do Perileno devido à boa estabilidade ótica e química [2,3]. O PTK, sigla para sal de Tetrapotássio 3,4,9,10- Tetracarboxílico Perileno, é um composto sintetizado a partir da reação ácido-base entre o ácido Dianidrido Tetracarboxílico Perileno e Hidróxido de Potássio. Em estado sólido esse composto apresenta uma coloração alaranjado, porém quando diluído em água, possui uma cor verde forte. Estudamos o PTK a partir da Espectroscopia de Lente Térmica (LT) e obtemos algumas propriedades termo-óticas, como a difusividade térmica, e sua eficiência quântica de fluorescência. O efeito de LT consiste na absorção de um feixe de laser por uma amostra que gera um gradiente de calor na direção de propagação do feixe. Esse gradiente ocasiona uma variação no índice de refração semelhante a uma lente, por isso o nome da técnica. Ela consiste basicamente de dois lasers: um de potência elevada, com 532nm de comprimento de onda, para excitar a amostra e outro, de 632nm e potência mais baixa que o primeiro, usado para sondar o efeito. Os valores de difusividade obtidos foram entre  $10\text{-}12 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$  entre as concentrações. O fato desses valores não permanecerem fixos com a concentração indicam a ocorrência de outros efeitos durante a excitação como a própria fluorescência. A eficiência quântica de fluorescência ficou próximo a 80% nas concentrações mais baixas. Compostos com essa fluorescência podem ser aplicados em dispositivos fluorescentes no espectro visível como diodos emissores de luz (LEDs) e sensores fluorescentes de metais pesados, devido os compostos derivados do perileno possuírem propriedades que permitem a ligação com esses metais.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] ESTUPIÑÁN-LÓPEZ et al. Optics express, v. 21, n. 15, p. 18592–18601, 2013.
- [2] NAVEENRAJ et al. Dyes and Pigments, v. 94, n. 2, p. 330–337, 2012.
- [3] FURTADO, N,J,S. dissertação de mestrado. 2015.



## **SP23 - Renormalização da massa em dois Loops**

Lucas Monte de C. Alencar, Paulo Renato Silva de Carvalho  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

O Modelo Padrão de campos e partículas elementares foi construído ao longo de muitos anos por argumentos teóricos, fenomenológicos e experimentais. Esse modelo é uma teoria que descreve as forças fundamentais das interações forte, fraca e eletromagnética, bem como as partículas fundamentais que constituem toda a matéria. Entretanto, ao estudar possíveis violações de Lorentz do Modelo Padrão, encontramos divergências, o que é muito comum em teorias quânticas de campos. Denominamos violação de Lorentz a diferenças mensuráveis entre dois sistemas que diferem apenas por transformações de Lorentz da partícula. Infelizmente, teorias divergentes não têm sentido algum, pois suas grandezas físicas são ilimitadas. Qualquer teoria aceitável para descrever fenômenos físicos com muitas partículas e campos deve permanecer finita. A cura para esses infinitos foi provida pela técnica de grupo de renormalização. O grupo de renormalização é uma ferramenta para lidar com divergências e então extrair a informação necessária para obter valiosos resultados físicos. Fizemos uma renormalização da massa para equações que apresentavam divergências. Partimos da Lagrangiana não-renormalizada e adicionamos contratermos que poderiam cancelar as parcelas infinitas. Partimos, também, da função de dois pontos não renormalizada, e calculamos a renormalizada primeiro em um e depois em dois loops. Obtivemos a constante de renormalização também primeiro em um e depois em dois loops. Para finalizar, utilizamos a equação de Callan-Symanzik para calcular a função de Wilson aplicada à massa e discutir o seu significado físico.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] RYDER, L. , Quantum Field Theory, Cambridge University Press, 1985.
- [2] KLEINERET, H., SCHULTE-FROHLINDE, V., Critical Properties of  $\phi^4$  theories, World Scientific Pub. Co. Inc., 2001.
- [3] CARVALHO, Paulo R. S., Physics Letters B 726 (2013) 850-855.



## **SP24 - Mudanças Estruturais em Nanotubos de Carbono Porosos ( $\alpha$ , $\gamma$ - GyNTs) Submetidos a Deformação Longitudinal.**

Orlando da Silva Ribeiro, Acrísio Lins de Aguiar  
Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

Nesse trabalho apresentamos resultados referentes aos estudos de nanotubos de carbono de parede simples CNTs (Carbon Nanotubes) e nanotubos de grafeno GyNTs (Graphyne Nanotubes) submetidos a condições de tensões extremas usando ferramentas teóricas. Partindo de cálculos teóricos (dinâmica molecular) de propriedades estruturais usando potenciais clássicos, estudamos a evolução estrutural dos CNTs e GyNTs e suas propriedades mecânicas refletida pelo módulo de Young. Estudamos a evolução dinâmica estrutural através de curvas *stress-strain*. Analisando alguns pontos críticos fundamentais que caracterizam mudanças estruturais peculiares a cada tubo analisando bem como a presença de um ponto crítico máximo refletido pela ruptura ou reestruturação dos nanotubos. Os resultados obtidos levando em consideração e energia de formação, revelou uma maior estabilidade dos GyNTs quando comparados aos CNTs. Estruturalmente obteve-se uma peculiar reestruturação para cada tubo. Para os CNTs e GyNTs discutimos uma evolução dinâmica com presença de aumento do comprimento do tubo até um *strain* limite, mostrando que o tubo  $Z\alpha$  apresenta o maior *strain* suportado dentre todos os tubos simulados cerca de 60 % de *strain*, além de apresentar uma importante mudança de fase estrutural, caracterizada por novas ligações químicas. Os demais tubos apresentaram reestruturação também peculiar: tubos  $Ar\alpha$  apresentou um colapso a baixo *strain*; se comportou de maneira semelhante ao CNTs zigzag e  $Z\gamma$  observou-se a presença de um enrugamento caracterizado pela presença de carbono fora de seu plano de curvatura.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] G. Dresselhaus R. Saito and M. S. Dresselhaus. Physical Properties of Carbon Nanotubes. Imperial College Press, 1998.
- [2] Kevin Crosby. The Young's Modulus of Single-Walled Carbon Nanotubes. PhD thesis, Department of Physics, Carthage College, Kenosha, WI, 2010.
- [3] J. Tersoff. New empirical approach for the structure and energy of covalent systems. Phys. Rev. B, 37:6991–7000, Apr 1988.



## **SP25 - Entendendo a percepção musical, com a ajuda dos conceitos físicos.**

Francisco Bruno Da Silva Santos<sup>1</sup>, Marcos Paulo Silva Mota<sup>2</sup>, Carlos Alberto Pereira da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidade Federal do Piauí

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidade Estadual do Piauí

De acordo com o estudo realizado por uma equipe de investigadores da Universidade de Harvard, liderada pelo psicólogo Howard Gardner na década de 1980, foi analisado e descrito o melhor conceito de inteligência. De acordo com Gardner o conceito tradicional de inteligência definido em psicometria (testes de QI) era muito superficial e além disso não era suficiente para descrever a grande variedade de habilidades cognitivas humanas. Com base nisso o trabalho apresentado procura realizar um estudo aprofundado sobre as ondas sonoras provenientes dos instrumentos musicais e através disto entender como o cérebro humano processa estas e investigar as características em comum das pessoas que praticam música. Através disto será possível analisar quais indivíduos terão quais tipos das 7 inteligências, e espera-se que os indivíduos que praticam música tenham características em comum. Esta pesquisa será realizada através de testes que serão aplicados nos alunos de música da Universidade Federal do Piauí e de pessoas “comuns”, ou seja, pessoas que não tem um contato tão direto com a música. E com isso ser possível de compreender ao fundo como as ondas sonoras trabalham no ouvido e na cabeça humana, analisando graficamente os fenômenos físicos. Além disso poder contribuir para compreensão outras pessoas sobre as ondas sonoras e como as mesmas afetam no nosso consciente e inconsciente. E assim entender ao fundo como as ondas sonoras trabalham no cérebro humano tudo isso baseado fisicamente e graficamente.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] TAVARES,ROMERO,D.S., 2004 Notas de aula de física.
- [2] Duran J. E. R., 2003, “Biofísica – Fundamentos e Aplicações”, Ed. Pearson.
- [3] Halliday D, Resnick R. e Walker J., Fundamentos de Física, Volume 2. Livros Técnicos e Científicos Editora SA - LTC, 8ª Ed., 2009.
- [4] SILVA, S.T; AGUIAR, C.E. Propagação do som: conceitos e experimentos. Snef. Manaus: 2011.