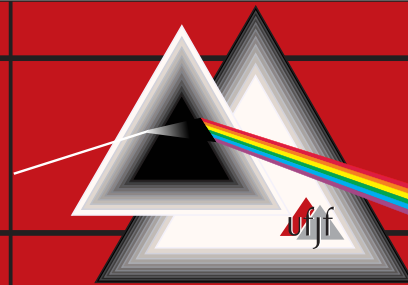


III WORKSHOP DA
PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA



CADERNO DE RESUMOS

**III WORKSHOP DA PÓS-GRADUAÇÃO
EM FÍSICA**

15 a 18 de setembro de 2014

Departamento de Física - ICE



III WORKSHOP DA PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA



Ao Prof. Dr. Wilson Oliveira, *in memoriam*.



15 a 18
de setembro
de 2014

Palestrantes:

Albert Carlo Rodrigues Mendes (UFJF)
Carlos Cesar Lenz (Unicamp)
Carlos Frederico de Oliveira Graeff (UNESP)
Elcio Abdalla (USP)
Luiz Davidovich (UFRJ)
Manuel Vázquez Villalabeitia (CSIC – ICMN)
Marcos Assunção Pimenta (UFMG)
Maria Cristina Batoni Abdalla Ribeiro (UNESP)
Nathan Jacob Berkovits (UNESP)
Patrícia Lustoza de Souza (PUC - RJ)
Sergio Machado Rezende (UFPE)
Sidiney de Andrade Leonel (UFJF)

Minicursos:

Fábio Zappa (UFJF)
Maria José Valenzuela Bell (UFJF)
Virgílio de Carvalho dos Anjos (UFJF)
Welber Gianini Quirino (UFJF)

Oficina:

José Roberto Tagliati (UFJF)

Comitê Organizador (UFJF):

Alessandro H. de Lima
Everton Luiz M. da Paixão
Leonarde do N. Rodrigues
Monalisa Silva de Oliveira
Mônica Cristina Melquiades
Sebastião Mauro Filho

Comitê Científico (UFJF):

Prof. Dr. Ivan Ferreira dos Santos
Prof. Dra. Maria José Valenzuela Bell
Prof. Dr. Welber Gianini Quirino



Comitê Organizador¹:

Alessandro Henrique de Lima

Everton Luiz Martins da Paixão

Leonarde do Nascimento Rodrigues

Monalisa Silva de Oliveira

Mônica Cristina Melquiades

Sebastião Mauro Filho

Comitê Científico:

Prof. Dr. Ivan Ferreira dos Santos

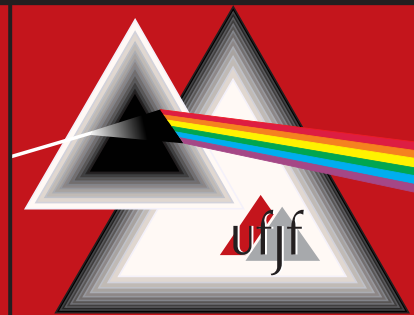
Prof. Dra. Maria José Valenzuela Bell

Prof. Dr. Welber Gianini Quirino

¹Em caso de dúvidas ou correções: workshop@fisica.ufjf.br

III WORKSHOP DA PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

Departamento de Física – ICE – UFJF



Conteúdo

1	Programação Geral	7
1.1	Segunda-feira, 15/09	7
1.2	Terça-feira, 16/09	7
1.3	Quarta-feira, 17/09	8
1.4	Quinta-feira, 18/09	8
2	Palestrantes convidados: Resumos	9
3	Comunicações Orais	15
3.1	Instruções para apresentação	15
3.2	Programação das apresentações orais	15
4	Apresentação em Pôsteres	31
4.1	Instruções para apresentação	31
4.2	Títulos e Resumos dos Trabalhos	31
5	Apoio	87

Segunda-feira, 15/09
Terça-feira, 16/09
Quarta-feira, 17/09
Quinta-feira, 18/09

III WORKSHOP DA PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

Departamento de Física – ICE – UFJF

15 a 18 de setembro de 2014



1 — Programação Geral

1.1 Segunda-feira, 15/09

- **08:00-09:00h:** Credenciamento
- **09:00-11:00h:** Abertura do Evento
- **11:00-12:00h:** PALESTRA 1: Homenagem ao Prof. Dr. Wilson Oliveira. Prof. Dr. Albert Carlo Rodrigues Mendes/UFJF e Prof. Dr. Sidiney de Andrade Leonel/UFJF.
- **12:00-14:00h:** Almoço.
- **14:00-15:00h:** Palestra 2: Introdução à teoria das supercordas. Prof. Dr. Nathan Jacob Berkovits/UNESP.
- **15:00-16:00h:** Palestra 3: A física de partículas e a fronteira do conhecimento. Profa. Dra. Maria Cristina Batoni Abdalla Ribeiro/UNESP.
- **16:00-16:30h:** Coffee break.
- **16:30-17:30h:** Palestra 4: Investigação da estrutura eletrônica do grafeno e outros materiais 2d por espectroscopia raman ressonante. Prof. Dr. Marcos Assunção Pimenta/UFMG.

1.2 Terça-feira, 16/09

- **09:00-10:00h:** Minicurso 1: Técnicas de espectroscopia óptica para aplicação em materiais. Prof. Dra. Maria José Valenzuela Bell/UFJF e Prof. Dr. Virgílio de Carvalho dos Anjos/UFJF.
- **09:00-10:00h:** Minicurso 2: Eletrônica orgânica: materiais, métodos e aplicações. Prof. Dr. Welber Gianini Quirino/UFJF.
- **09:00-10:00h:** Minicurso 3: Princípios de Tecnologia de Vácuo. Prof. Dr. Fábio Zappa/UFJF.
- **10:00-10:30h:** Coffee break.
- **10:30-12:00h:** Minicurso 1 (Continuação).
- **10:30-12:00h:** Minicurso 2 (Continuação).
- **10:30-12:00h:** Minicurso 3 (Continuação).
- **12:00-14:00h:** Almoço.
- **14:00-15:00h:** Palestra 6: Explorando as sutilezas do mundo quântico: de Einstein e Schrödinger à informação quântica. Prof. Dr. Luiz Davidovich/UFRJ.
- **15:00-16:00h:** Apresentações orais.

- **16:00-17:30h:** Seção de pôster/Coffee break.

1.3 Quarta-feira, 17/09

- **09:00-10:00h:** Oficina. Ciência, escola e cidadania. Prof. Dr. José Roberto Tagliati/UFJF.
- **10h00-10h30:** Coffee break
- **10:30-12:00h:** Oficina (Continuação).
- **12:00-14:00h:** Almoço.
- **14:00-15:00h:** Palestra 7: A física no Brasil: breve histórico, desafios e perspectivas. Prof. Dr. Sergio Machado Rezende/UFPE.
- **15:00-16:00h:** Apresentações orais.
- **16:00-17:30h:** Seção de pôster/Coffee break.
- **17:30-18:30h:** Palestra 8: Nanomagnetism and magnetic materials. Prof. Dr. Manuel Vázquez Villalabeitia/CSIC-ICMM.

1.4 Quinta-feira, 18/09

- **09:00-10:00h:** Palestra 9: A relação entre teorias de gravitação e teorias de matéria condensada, ou em termos mais simples, eletricidade obtida da queda livre. Prof. Dr. Elcio Adballa/USP.
- **10:00-10:30h:** Coffee break.
- **10:30-12:00h:** Apresentações orais.
- **12:00-14:00h:** Almoço.
- **14:00-15:00h:** Palestra 10: Fotodetectores de infravermelho baseados em poços e em pontos quânticos (qwips e qdips). Prof. Dra. Patrícia Lustoza de Souza/PUC-RJ.
- **15:00-16:00h:** Palestra 11: Plataforma fotônica multimodal para observação de processos biológicos em uma única célula. Prof. Dr. Carlos Cesar Lenz/UNICAMP.
- **16:00-16:30h:** Coffee break.
- **16:30-17:30h:** Palestra 12: A pós-graduação brasileira e os programas da CAPES. Prof. Dr. Marcio de Castro Silva Filho/USP. (Diretor de programas e bolsas no país da CAPES)

III WORKSHOP DA PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

Departamento de Física – ICE – UFJF

15 a 18 de setembro de 2014



2 — Palestrantes convidados: Resumos

PALESTRA 1: Homenagem ao Prof. Dr. Wilson Oliveira.

Prof. Dr. Albert Carlo Rodrigues Mendes/UFJF e Prof. Dr. Sidiney de Andrade Leonel/UFJF.

A palestra de abertura do evento será uma homenagem ao Prof. Dr. Wilson Oliveira, in memoriam.

PALESTRA 2: Introdução à teoria das supercordas.

Prof. Dr. Nathan Jacob Berkovits/UNESP.

Em breve.

PALESTRA 3: A física de partículas e a fronteira do conhecimento.

Profª. Dra. Maria Cristina Batoni Abdalla Ribeiro/UNESP.

Pretende-se introduzir as partículas do Modelo Padrão (MP), as interações fundamentais da natureza, as formas de detecção, as tarefas do LHC, as falhas do MP, o cenário das partículas no início do universo finalizando com a estranha composição do universo que inclui energia e matéria escuras.

PALESTRA 4: Investigação da estrutura eletrônica do grafeno e outros materiais 2d por espectroscopia raman ressonante.

Prof. Dr. Marcos Assunção Pimenta/UFMG.

Em uma experiência de espectroscopia Raman ressonante, estudamos os espectros de Raman de qualquer tipo de material, variando a energia (ou comprimento de onda) do laser incidente. As mudanças nas intensidades Raman em função da energia do laser incidente fornecem informações

importantes sobre a estrutura eletrônica do material. Este tipo de técnica permite a investigação das transições eletrônicas no grafeno e outros materiais em 2D, e a dispersão de elétrons e fônons, devido ao processo específico de espalhamento Raman com dupla ressonância que ocorre nestes materiais. Nesta palestra vou apresentar alguns novos resultados experimentais de espectroscopia Raman ressonante em bicamadas de grafeno com diferentes ângulos de rotação e dos dicalcogenetos de metais de transição MoS₂, WS₂ e WSe₂.

MINICURSO 1: Técnicas de espectroscopia óptica para aplicação em materiais.

Prof. Dra. Maria José Valenzuela Bell/UFJF e Prof. Dr. Virgílio de Carvalho dos Anjos/UFJF.

Neste minicurso apresentaremos algumas das principais técnicas utilizadas em espectroscopia óptica e algumas aplicações em materiais. Estas representam, em última análise, formas de interação da radiação eletromagnética com a matéria. Como estudo de casos, apresentaremos a técnica de espectroscopia Raman aplicada ao estudo de excitações elementares de líquidos de Fermi em sistemas semicondutores de baixa dimensionalidade. Discutiremos aplicações de técnicas ópticas e termo-ópticas em sistemas vítreos codopados com íons terras raras e nanopartículas e/ou em semicondutores de gap largo. Neste caso estão envolvidas técnicas de absorção cobrindo as regiões espectrais do ultravioleta ao infravermelho médio, técnicas de luminescência e luminescência resolvida no tempo. No tocante à análise de propriedades térmicas de materiais, espectroscopia de lente térmica, espectroscopia fotoacústica e medidas de capacidade térmica serão os experimentos abordados. Ao final haverá uma visita ao Laboratório de Espectroscopia de Materiais onde serão conduzidos pequenos experimentos apresentando os equipamentos e técnicas.

MINICURSO 2: Eletrônica orgânica: materiais, métodos e aplicações.

Prof. Dr. Welber Gianini Quirino/UFJF.

A eletrônica orgânica, apesar de recente, tem mostrado um grande potencial científico e tecnológico em novos dispositivos, com destaque para a eletrônica flexível, a tecnologia de displays e de células solares e o desenvolvimento de novos sensores. Os projetos nessa nova área vão desde a síntese orgânica, síntese de nanomateriais de carbono, estudo de propriedades estruturais, ópticas e elétricas, teoria de transporte em dispositivos, estrutura eletrônica em nível molecular e o desenvolvimento de novos produtos tecnológicos. O curso iniciará com uma introdução sobre a Nanotecnologia e sobre alguns dos fenômenos importantes na área da eletrônica orgânica como fluorescência, fosforescência, injeção de portadores, condução elétrica, recombinação, junções semicondutoras, eletroluminescência, entre outras. Em seguida serão abordadas diversas técnicas experimentais utilizadas para a caracterização dos materiais e dos dispositivos. A parte final do curso tratará mais detalhes da fabricação dos dispositivos orgânicos em uma visita guiada ao LEO - Laboratório de Eletrônica Orgânica.

MINICURSO 3: Princípios de Tecnologia de Vácuo.

Prof. Dr. Fábio Zappa/UFJF.

Neste curso faremos uma breve introdução à tecnologia de Vácuo, abordando os seguintes temas: Princípios fundamentais: teoria cinética dos gases, termodinâmica e transições de fase, regimes de vazão de gases. Tecnologia: técnicas de medida de pressão em vácuo, materiais, bombas. Experimentos didáticos: medida da velocidade de bombeamento e impedância de um sistema. Verificação da lei de Lei de Antoine.

PALESTRA 5: Explorando as sutilezas do mundo quântico: de Einstein e Schrödinger à informação quântica.

Prof. Dr. Luiz Davidovich/UFRJ.

Desde sua concepção no início do século XX, a física quântica tem desafiado a intuição e estimulado a imaginação de cientistas e do público em geral. Recentemente, percebeu-se que algumas das mais sutis propriedades do mundo quântico – coerência e emaranhamento – poderiam ser usadas como recursos para aumentar a eficiência do processamento e da transmissão de informação. Essas novas ideias estiveram estreitamente associadas ao desenvolvimento de novas técnicas experimentais, que permitiram a manipulação de átomos e fótons individuais, e que foram reconhecidas pelo Prêmio Nobel de Física de 2012. Uma nova área de pesquisa, a informação quântica, emergiu nas últimas duas décadas, envolvendo aplicações práticas, como criptografia quântica, teleportação e computação quântica, além de uma percepção mais profunda de conceitos fundamentais da física quântica, como a caracterização do emaranhamento e a emergência do mundo clássico a partir da física quântica subjacente. Este último problema está relacionado com o fato de que as propriedades quânticas que desempenham um papel essencial naquelas aplicações estão notoriamente ausentes no mundo clássico, o que explica seu caráter contra-intuitivo e, ao mesmo tempo, coloca desafios formidáveis para a construção de computadores quânticos. Nessa palestra, será feita uma revisão de progressos recentes nessa área e de alguns dos principais desafios, com ênfase em desenvolvimentos conceituais e realizações experimentais.

OFICINA: Ciência, escola e cidadania.

Prof. Dr. José Roberto Tagliati/UFJF.

Serão apresentadas atividades de experimentação, demonstração, interatividade e divulgação de temas científicos envolvendo conteúdos tratados nos currículos da escola de ensino fundamental e médio em disciplinas como Física, Química, Biologia e Matemática. Bolsistas de Extensão, Iniciação Científica e Treinamento Profissional de Programas da UFJF, bem como licenciandos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência/sub-área Física (PIBID/UFJF/CAPES) estarão envolvidos na Oficina. Utilizando equipamentos e modelos pedagógicos disponíveis no Centro de Ciências da UFJF, bem como aqueles desenvolvidos e aplicados pelos bolsistas do PIBID nas Escolas de Ensino Básico parceiras e na UFJF, serão tratadas questões relativas à interpretação e aplicação da Ciência como fator fundamental para o estabelecimento de uma sociedade mais consciente e cidadã.

PALESTRA 6: A física no Brasil: breve histórico, desafios e perspectivas.

Prof. Dr. Sergio Machado Rezende/UFPE.

A Física no Brasil teve início tardio, como as demais áreas de ciência exatas. Somente a partir da década de 1940 físicos brasileiros passaram a fazer pesquisa em áreas de fronteira e a publicar artigos em revistas internacionais. Com a implantação do regime de tempo integral nas universidades federais e a institucionalização da pós-graduação no final da década de 1960, a formação de doutores e a produção científica em física acelerou-se e a área é atualmente uma das mais importantes no País. Nesta palestra apresentaremos os marcos históricos da evolução da Física e os desenvolvimentos recentes em ciência e tecnologia no Brasil. Também discutiremos os desafios da área e suas perspectivas para contribuir de maneira mais decisiva para o desenvolvimento do País.

PALESTRA 7: Nanomagnetism and magnetic materials.

Prof. Dr. Manuel Vázquez Villalabeitia/CSIC-ICMM.

Magnetism and magnetic materials are known from many centuries as they are observed spontaneously in nature. They are nowadays employed in quite a broad spectrum of applications in common life. In the first part of the lecture we will follow their evolution and current advanced materials. The presentation will include the main uses of magnetic materials as soft magnets (i.e., in magnetic cores, electronic components, magnetic sensors), in magnetic recording (i.e., advanced media, magnetic storage) and hard magnets (i.e., permanent magnets, energy). With the progress in the last years in experimental facilities to fabricate and characterize magnetic materials at the nanoscale in a controlled manner, new effects in magnetism have been discovered. Novel terms as nanoscience and nanotechnology are currently used to describe most advances. Nanomagnetism applies to novel nanomaterials and their effects involving the many areas of research involving magnetism. In the present lecture we will overview nanomagnetism and phenomena in various materials, from nanoparticles (0D) to nanowires (1D) to thin films (2D) and bulk (3D). We will also comment on some emerging areas of applications of nanomagnetism in biomedicine, saving energy and environment, quantum computing, molecular magnets, or sensors in space. Then, the activities carried out in our institute, and the way of working in our research group will be summarized. Final comments will focus to analyze various aspects of the scientific carrier and current expectations for young researchers in nanomagnetism.

PALESTRA 8: A relação entre teorias de gravitação e teorias de matéria condensada, ou em termos mais simples, eletricidade obtida da queda livre.

Prof. Dr. Elcio Adballa/USP.

Tem havido uma mudança estrutural importante nas teorias físicas. Apesar do pano de fundo não ter mudado nos últimos 40 anos, é possível notar que nosso conhecimento sobre a estrutura matemática da física moderna mudou muito. Um Universo em acelerada expansão e uma teoria de gravitação quântica são os exemplos mais nítidos na área de física fundamental. No último caso, há uma série de ideias que nos possibilita compreender teorias de matéria condensada de grande importância prática, como a supercondutividade ou a teoria de fluidos através de perturbações de teorias de gravitação, como soluções de buracos negros e similares. Isto está provocando uma mudança importante na maneira de se pensar a física. Em particular, tais ideias foram produto de teorias bastante próximas do exotérico, as teorias de cordas, que prevêm

inclusive outros Universos, com os quais jamais teremos modo físico de nos comunicarmos, mesmo em princípio, levando-nos a caminhos externos ao próprio pensamento científico

PALESTRA 9: Fotodetectores de infravermelho baseados em poços e em pontos quânticos (qwips e qdips).

Prof. Dra. Patrícia Lustoza de Souza/PUC-RJ.

A detecção de infravermelho possui inúmeras aplicações tais como detecção de gases tóxicos, monitoramento ambiental, diagnóstico médico, visão noturna, comunicações ópticas no espaço livre entre outras. Atualmente os fotodetectores à base de materiais denominados MCT (ligas de Mercúrio-Cádmio e Telúrio), que funcionam baseados na transição banda-banda, dominam o mercado para essas diferentes aplicações. Porém, por serem quebradiços, lentos e difíceis de serem fabricados de maneira uniforme, eles vêm sendo gradualmente substituídos pelos chamados QWIPs (quantum well infrared photodetectors) e QDIPs (quantum dots infrared photodetectors). Esses fotodetectores fabricados com semicondutores cristalinos nanoestruturados da família III-V se baseiam em transições intrabanda em poços ou pontos quânticos múltiplos. O seu desempenho vem melhorando ao longo dos anos, atingindo valores excelentes de figuras de mérito. Nessa palestra o funcionamento desses dispositivos será descrito, bem como serão apresentadas diversas alternativas de estruturas semicondutoras com o intuito de melhorar o seu desempenho atendendo as exigências de diferentes aplicações.

PALESTRA 10: Plataforma fotônica multimodal para observação de processos biológicos em uma única célula.

Prof. Dr. Carlos Cesar Lenz/UNICAMP.

Nós desenvolvemos uma plataforma fotônica para manipular e adquirir informações resolvidas no espaço, no tempo e espectralmente. Todas as técnicas foram integradas em um mesmo instrumento para permitir observações simultâneas em tempo real. Nossa plataforma multimodal inclui as seguintes técnicas: Microscopia confocal single e multiphoton, FLIM, FRET, FCS, SHG/THG, CARS, Raman, AFM/tip-enhancement microscopy/spectroscopy, optical tweezers e laser cutting. Apresentaremos exemplos do uso dessa ferramenta e discutiremos a importância da interface física-biologia no futuro próximo.

PALESTRA 11: Panorama da pós-Graduação e o sistema de avaliação.

Prof. Dr. Carlos Frederico de Oliveira Graeff (Coordenador de área da CAPES (Materiais))

Em breve.

III WORKSHOP DA PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

Departamento de Física – ICE – UFJF

15 a 18 de setembro de 2014

3 — Comunicações Orais

3.1 Instruções para apresentação

As comunicações orais terão duração total de 15 minutos, sendo 12 minutos para a apresentação e 3 minutos para perguntas.

3.2 Programação das apresentações orais

TERÇA-FEIRA 16/09: Apresentações orais I

- **15h00-15h15:** *A AÇÃO DE HOLST COM CAMPOS DE DIRAC, TORÇÃO E FLUIDO DE SPIN.*
- **15h20-15h35:** *COMPORTAMENTO MAGNÉTICO DE NANO-ILHAS FERROMAGNÉTICAS ELÍPTICAS PARA SISTEMAS MAGNÉTICOS FRUSTRADOS.*
- **15h40-15h55:** *TEORIA DE EINSTEIN-CARTAN QUÂNTICA COM TERMO DE HOLST.*

QUARTA-FEIRA 17/09: Apresentações orais II

- **15h00-15h15:** *ESTUDO TEÓRICO DE UMA SÉRIE DE METALACARBORANOS: INVESTIGAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS SUBSTITUINTES EM PROPRIEDADES MOLECULARES.*
- **15h20-15h35:** *ANÁLISE DA CINÉTICA QUÍMICA EM FOTORRESINAS POSITIVA USANDO IONIZAÇÃO E DESSORÇÃO A LASER.*
- **15h40-15h55:** *ESTUDOS DO PROCESSO DE MEMÓRIA DE FORMA EM LIGAS METÁLICAS DE NITI*

QUINTA-FEIRA 18/09): Apresentações orais III

- **10h30-10h45:** *CONTROLE DA POLARIDADE DA PAREDE DE DOMÍNIO TRANSVERSAL USANDO IMPUREZAS MAGNÉTICAS EM NANOFIOS MAGNÉTICOS RETANGU-*

LARES.

- **10h45-11h00:** *DESENVOLVIMENTO DE UM LASER DE TIAFIRA DE FEMTOSSEGUNDOS COM CONTROLE DE DISPERSÃO INTRACAVIDADE.*
- **11h00-11h15:** *APLICAÇÕES AVANÇADAS DO MÉTODO DE LEIS DE FORMAÇÃO À CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS DE INTERESSE EM CRISTALOGRAFIA.*
- **11h15-11h30:** *O ENSINO DE FÍSICA: COMO ATINGIR UM MAIOR NÚMERO DE ESTUDANTES E DEIXÁ-LOS MOTIVADOS.*
- **11h30-11h45:** *ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA MAGNETIZAÇÃO EM NANOFIOS MAGNÉTICOS: ESTUDO DA DINÂMICA DA PAREDE DE DOMÍNIO TRANSVERSAL.*

A AÇÃO DE HOLST COM CAMPOS DE DIRAC, TORÇÃO E FLUIDO DE SPIN.

SOUZA, C.A¹, BERREDO-PEIXOTO, G¹.

cleberabrahao@fisica.ufjf.br

¹ UFJF / Departamento de Física - ICE

Resumo

Neste trabalho estamos considerando o formalismo de Einstein-Cartan, o qual, descreve a interação gravitacional com o campo de torção na descrição de campos de Dirac não-massivos, minimamente acoplados a curvatura e torção (Shapiro, I.L.¹). A ação que descreve o campo gravitacional desse tipo é um objeto de investigação em um formalismo da teoria de gravitação quântica não perturbativa (Perez, A. e Rovelli, C.²). A investigação de campos de Dirac massivos e não-massivos no espaço-tempo curvo foi abordada em diversos trabalhos por muitos anos, especialmente na última década. Um termo de acoplamento quadri-fermiônico emerge naturalmente após identificação da torção com sua fonte material (corrente axial). Conforme resultados já conhecidos na literatura, o coeficiente desse acoplamento possui uma relação direta com o parâmetro de Barbero-Immirzi (BI), presente na ação de Holst (usada no formalismo de gravitação quântica não perturbativa), e que representa um novo parâmetro adimensional proveniente de uma teoria mais fundamental (Holst, S.³). Neste trabalho, chegamos a esse resultado explícito usando cálculos relativamente simples. Também adicionamos um termo que descreve um fluido de spin (fluido de Weysenhoff), como resultado obtemos uma ação final que contém a interação entre os férmions e o campo de matéria com spin, fluido de Weysenhoff.

Palavras-chave: Campos de Dirac, Einstein-Cartan, Parâmetro de Barbero-Immirzi.

Referências

- [1] I. Shapiro, Phys. Rept. 357 (2002) 113.
- [2] A. Perez e C. Rovelli, P.R.D 73 (2006).
- [3] S.Holst, P.R.D 53 (1996).

CONTROLE DA POLARIDADE DA PAREDE DE DOMÍNIO TRANSVERSAL USANDO IMPUREZAS MAGNÉTICAS EM NANOFIOS MAGNÉTICOS RETANGULARES

TOSCANO, D.¹, LEONEL, S. A.¹, COURA, P. Z.¹, SATO, F.¹, DIAS, R. A.¹, COSTA, B. V.²

danielotscano@fisica.ufjf.br

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Física, Laboratório de Simulação Computacional

² Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Física, Laboratório de Simulação

Nanomagnetos são sistemas interessantes para o estudo de estruturas magnéticas exóticas, tais como vórtices, skyrmions, paredes de domínio, etc. Além do interesse científico devido às novas propriedades magnéticas há também o interesse tecnológico, tornando possível o desenvolvimento de dispositivos baseados em spintrônica [1,2], que seriam usados como sensores, para armazenar dados ou mesmo para realizar operações lógicas. Os requerimentos cruciais para a realização dessas novas tecnologias são o entendimento detalhado das propriedades estruturais e o controle sobre a dinâmica da magnetização em sistemas nanoestruturados. Atualmente, nanomagnetos são fabricados para comportarem diferentes estados de magnetização, que dependem basicamente do seu material e da sua geometria. Sob condições apropriadas, uma única parede de domínio transversal pode ser injetada num nanofio retangular feito com material magnético macio. Uma vez que a anisotropia de forma predomina sobre a anisotropia magnetocristalina, a magnetização do nanofio está confinada no plano da estrutura e alinhada, em grande parte, ao longo do eixo do comprimento; o eixo fácil. Na fronteira entre os domínios antiparalelos, os momentos magnéticos desenvolvem uma componente perpendicular ao eixo do nanofio e isso faz com que eles variem gradualmente de um domínio até o outro. Dessa forma, os momentos magnéticos da parede podem estar apontando em qualquer um dos dois sentidos em relação ao eixo da largura do nanofio. A polaridade é uma propriedade estrutural da parede de domínio transversal que especifica o sentido desta magnetização. Impurezas magnéticas, consistindo de uma variação local na constante de troca, podem atuar como um poço ou uma barreira de potencial para a parede de domínio transversal [3]. Neste trabalho, usamos simulação computacional para investigar a reversão da polaridade da parede. Especificamente, tínhamos a intenção de estabilizar o movimento da parede depois que ocorresse uma única inversão da sua polaridade, assim, consideramos dois clusters de impurezas magnéticas, idênticos e equidistantes do eixo da largura do nanofio. A inversão da polaridade foi induzida por um pulso de campo magnético e nossos resultados indicam que é possível tanto inverter a polaridade quanto controlar a posição da parede. Como um exemplo de aplicação desse nanofio modificado, propomos um protótipo de um elemento de memória não-volátil.

Palavras-chave: nanofios magnéticos, parede de domínio transversal, impurezas magnéticas.

Referências

- [1] ALLWOOD, D. A. et al. , *Science*, v. 309, p. 1688-1692, 2005.
- [2] PARKIN, S. S. P. et al. , *Science*, v. 320, p. 190-194, 2008.
- [3] TOSCANO, D. et al. , *J. Appl. Phys.*, v. 115, n. 163906, 2014.

DESENVOLVIMENTO DE UM LASER DE TI:SAFIRA DE FEMTOSSEGUNDOS COM CONTROLE DE DISPERSÃO INTRACAVIDADE

SILVA, I.L.¹, NOGUEIRA, G.T.¹

isisleesilva@gmail.com

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física

Resumo:

Os lasers de Titânio de Safira (Ti:safira) pulsados, cujos espectros eram alargados através de fibras microestruturadas, foram os primeiros a serem utilizados. Essas fibras, entretanto, possuem birrefringência sensível à potência de luz incidente, o que torna o espectro largo relativamente instável. Uma alternativa viável a este sistema surgiu no início dos anos 2000, com os lasers de Ti:safira de femtossegundos, que emitiam diretamente espectros de 500 nm de largura sem o uso de fibras ópticas (NOGUEIRA, 2007).

O propósito deste trabalho é identificar os mecanismos responsáveis pela geração de espectros supercontínuos (da região verde - 500 nm - até a infravermelha - 1200 nm) diretamente por lasers de Ti:safira de pulsos ultra curtos, e envolve três etapas:

1. Cálculo teórico do alargamento espectral devido à auto-modulação de fase para a otimização das condições de dispersão intracavidade (AGRAWAL G. P., 1989; CAVALVANTI, 2002).
2. Montagem do laser de Ti:safira com espelhos chipers e um prisma para ajuste de sintonia.
3. Caracterização do laser com a determinação da sintonia, curva de potência e largura espectral, bem como a posterior comparação dos resultados experimentais com simulação computacional.

O laser deste trabalho foi projetado para produzir pulsos de luz com largura temporal na casa de femtossegundos (entre 6 e 100 fs) e possui versatilidade para emitir desde um espectro usual, com poucas dezenas de nanômetros de largura, até um espectro supercontínuo. Esta versatilidade também permite a alteração de sua frequência de repetição de 500 MHz a 2 GHz (NOGUEIRA; CRUZ, 2006), que muda a intensidade de pico dos pulsos e a distância entre os modos do laser, ampliando a gama de possíveis aplicações. Por fim, este laser terá a taxa de repetição estabilizada para permitir seu uso em aplicações que envolvem alta precisão, como por exemplo, na área de metrologia de tempo e frequência.

Palavras-chave: Laser de Femtossegundos, Ti:safira, Metrologia.

Referências:

AGRAWAL G. P. **Nonlinear Fiber Optics**. San Diego: [s.n.].

CAVALVANTI, S. B. Theory of incoherent self-phase modulation of non-stationary pulses. **New Journal of Physics** **4**, p. 19.1–19.11, 2002.

NOGUEIRA, G. T. "**Desenvolvimento de pentes de frequências ópticas para metrologia e espectroscopia de precisão**". Tese (Doutorado em Física), Unicamp, 2007.

NOGUEIRA, G. T.; CRUZ, F. C. Efficient 1 GHz Ti:sapphire laser with improved broadband continuum in the infrared. **Optics letters**, v. 31, n. 13, p. 2069–71, 1 jul. 2006.

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA MAGNETIZAÇÃO EM NANOFIOS MAGNÉTICOS: ESTUDO DA DINÂMICA DA PAREDE DE DOMÍNIO TRANSVERSAL.

Autor: GOMES, J.C.S. / Orientador: LEONEL, S.A

josielsg@hotmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA – DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Resumo:

O progresso da nanotecnologia está permitindo a fabricação de amostras magnéticas com dimensões na escala nanométrica (“magnetic dots”). Estas amostras magnéticas na forma de cilindro, disco ou prisma são fabricados com materiais magnéticos tais como Cobalto e liga de Permalloy ($\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$). Estes materiais ferromagnéticos modelados em escala nanométrica apresentam propriedades interessantes, tanto do ponto de vista fundamental quanto do ponto de vista de aplicação tecnológica [1]. O estudo de nanofios magnéticos revela a presença de paredes de domínios do tipo vórtice ou transversal que podem ser transportadas para diferentes regiões sem deformação, tendo assim um grande potencial para aplicações tecnológicas. A manipulação da parede de domínio no nanofio é feita através da aplicação de correntes de spin-polarizado. Controlar o movimento das paredes de domínio nos nanofios magnéticos é fundamental a sua aplicabilidade em tecnologias de memórias e dispositivos lógicos. Neste trabalho, usando simulações numéricas, apresentamos um estudo da dinâmica da parede de domínio transversal “head-to-head” em nanofios magnéticos de Permalloy-79. Em nossas simulações os nanofios são modelados por uma hamiltoniana que leva em consideração a interação de troca e a interação dipolar, e a dinâmica do sistema é regida pelas equações de Landau-Lifshitz-Gilbert. A parede de domínio se move sob a ação de pulsos de corrente elétrica aplicada na direção do eixo do nanofio. Desta forma, analisamos a influência da espessura e largura do nanofio e da amplitude de campo magnético no valor da velocidade da parede de domínio [2]. Com isso, podemos comparar estes resultados utilizando corrente elétrica, com outros trabalhos que foram usados pulsos de campo magnético.

Palavras-Chave: Nanofios, Permalloy, corrente, spin, polarizada.

Referências:

[1] Proceedings of the 43rd Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, Miami, FL; 9-12 November 1998- J.Appl. Phys. 85,4277 (1999). J.C.Slonczewski; J.Magn.Magn.Mater, 159, L1-L7(1996).

[2] V. A.Ferreira; Tese de Doutorado: ESTUDO DA DINÂMICA DA PAREDE DE DOMÍNIO TRANSVERSAL EM NANOFIOS MAGNÉTICOS (2013).

COMPORTAMENTO MAGNÉTICO DE NANO-ILHAS FERROMAGNÉTICAS ELÍPTICAS PARA SISTEMAS MAGNÉTICOS FRUSTRADOS

Vieira Júnior, D. S.^{1,2}, Leonel, S. A.², Dias, R. A.², Toscano, D.²

damiao.vieira@ifsudestemg.edu.br

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba / Departamento Acadêmico de Matemática, Física e Estatística

² Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas / Departamento de Física, Laboratório de Simulação Computacional

Resumo

Nano-ilhas ferromagnéticas alongadas, crescidas e litografadas sobre substratos diamagnéticos ou paramagnéticos constituem a unidade fundamental de arranjos magnéticos bidimensionais frustrados artificialmente, sistemas “spin ice” [1]. Nestes sistemas, a anisotropia de forma das partículas confina a magnetização no plano e ao longo do eixo maior de cada ilha. A disposição geométrica das ilhas gera estados fundamentais degenerados e possibilita excitações do tipo monopólos magnéticos [2]. Dada a grande premissa de aplicações tecnológicas advindas desses sistemas, é fundamental a caracterização do estado fundamental e dos processos de reversão da magnetização [3] em nano-ilhas individuais.

Modelamos o sistema por um hamiltoniano que contém um termo de *exchange* entre primeiros vizinhos, um termo de interação dipolar entre todos os spins da rede e um termo de interação com o campo magnético externo. Usando os parâmetros do Permalloy-79 obtemos, via simulação numérica, a evolução temporal deste hamiltoniano de spin e podemos estudar as nano partículas sob dois aspectos distintos.

Como as nano-ilhas exibem forte anisotropia magnética em virtude da baixa dimensão, há dois modos distintos para o estado fundamental da magnetização: o estado de vórtice ou o estado alinhado - tipo C. Assim, estudando as configurações de mais baixa energia da nano-ilha em função de suas dimensões, sem campo externo aplicado, construímos um diagrama de estados vórtice – tipo C, evidenciando que a dimensão das partículas em sistemas spin ice podem ser consideravelmente menores que as usuais.

Por outro viés, estudamos o comportamento da reversão da magnetização em ilhas com razões de aspecto e espessuras diferentes sob aplicação de campo, senoidal e em pulsos gaussianos, ao longo de direções distintas no plano das nano partículas. Acreditamos que nossos resultados podem ajudar a orientar processos práticos de manipulação da magnetização de ilhas individuais em sistemas magnéticos frustrados.

Palavras-chave: simulação numérica, spin ice, nano partículas

Referências

[1] R. F. Wang, et al, Nature 439, 303 (2006).

[2] L. A. Mól, et al, J. Appl. Phys. 106, 063913 (2009)

[3] G. M. Wysin, et al, J. Phys.: Condens. Matter 24 296001 (2012).

ESTUDOS DO PROCESSO DE MEMÓRIA DE FORMA EM LIGAS METÁLICAS DE NITI

M.G. Monteiro Junior¹, J.P.A. Mendonça¹, D.M.V. Silva¹, P.Z. Coura¹, S.A. Leonel¹, F. Sato¹

maxweljr@gmail.com

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física

Nanoestruturas metálicas são um importante alvo de estudos, devido ao seu potencial de aplicação em dispositivos tecnológicos, seja para fins de pesquisa, ou para implementações nas engenharias, medicina, etc. Assim, muitas pesquisas na área de matéria condensada atuam no sentido de desenvolver e aprimorar componentes nessa escala, a partir de experimentos e simulações numéricas. Nesse contexto, uma classe importante de estruturas são aquelas que apresentam o efeito de memória de forma (SME – Shape Memory Effect). O SME consiste num fenômeno de transição de fase de certos materiais sólidos, estimulado principalmente pela mudança de temperatura, que faz com que possam ser distorcidos mecanicamente, e sob condições especiais retornarem naturalmente a sua forma antes da distorção, a partir de mudanças de empilhamento cristalino, geminações e outras deformações mecânicas ao nível microscópico. Materiais com esse efeito, em particular a liga metálica de Níquel e Titânio (NiTi) já possuem diversas aplicações nas engenharias e na medicina (como exemplo podemos citar aparelhos dentais), e possuem potencial ainda maior quanto mais se compreende do fenômeno em nanoescala. O estudo computacional dessas estruturas é uma ferramenta poderosa nessa compreensão, possibilitando uma cobertura mais completa das variáveis do problema, embasado em metodologias teóricas diversas e com a incorporação de aspectos observados em experimento. Nesse trabalho focamos o estudo de duas fases importantes em cristais de NiTi para esse efeito (chamadas “B2” e “B19”), a partir de simulações de dinâmica molecular, baseadas num código computacional usando o potencial tight-binding com aproximação de segundos momentos (TB-SMA). Estudamos as transições de fase de nanoestruturas de NiTi mediante alongamento destas, e também sob diversas condições de temperatura, também levando em conta as direções cristalográficas do material. Também reportamos a aparição de uma região de interface entre essas duas fases dadas condições iniciais específicas.

Palavras-chave: tight-binding, simulações, dinâmica, transição de fase.

Referências

- [1] F. Cleri e V. Rosato; Phys. Rev. B. 48, 22 (1993).
- [2] Nvidia CUDA Zone. Nvidia, <http://developer.nvidia.com/category/zone/cuda-zone>
- [3] W. S. Lai and B. X. Liu; J. Phys.: Condens. Matter, 12, L53-L60 (2000).

TEORIA DE EINSTEIN-CARTAN QUÂNTICA COM TERMO DE HOLST

P. M. Teixeira, I. L. Shapiro

poliane@fisica.ufjf.br

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Física

A teoria de Einstein-Cartan atrai um crescente interesse porque representa uma extensão simples da Relatividade Geral relacionada à introdução de um campo de torção (ver [1], [2] e [3] e outras referências).

O termo de Holst [4] representa uma adição interessante à teoria de Einstein-Cartan da gravidade com torção. Quando esse termo está presente, as interações de contato entre as correntes fermiônicas vetoriais e vetoriais axiais ganham uma componente extra que viola a paridade da teoria. Este termo, que viola a paridade, atrai um interesse especial uma vez que ele pode, em princípio, produzir alguns observáveis mensuráveis para a detecção da Gravitação Quântica. Para melhor compreensão deste ponto, vale lembrar que a Teoria de Einstein-Cartan com torção torna-se relevante somente na presença de correntes fermiônicas, uma vez que é a torção quem providencia a interação entre essas correntes.

Nós rederivamos essa interação usando uma representação simples para o termo de Holst. A mesma representação serve como uma base útil para o cálculo das divergências a "1-loop" na teoria com correntes fermiônicas externas e constante cosmológica. Além disso, vamos explorar as possibilidades da versão on-shell do grupo de renormalização [5] e construir as equações para o funcionamento de parâmetros adimensionais relacionados a essas correntes e ao parâmetro de Barbero-Immirzi efetivo.

Palavras-chave: Parâmetro de Barbero Immirzi, Teoria de Einstein-Cartan, Grupo de renormalização.

Referências:

[1] L. Freidel, D. Minic e T. Takeuchi, Phys. Rev. D 72: 104002, 2005.

[2] G. de Berredo-Peixoto, L. Freidel, I.L. Shapiro e C.A. de Souza, JCAP 1206 (2012) 017.

[3] O. Castillo-Felisola, C. Corral, C. Villavicencio and A.R. Zerwekh, Phys. Rev. D 88 (2013) 124022.

[4] S. Holst, Phys. Rev. D 53 (1996) 5966.

[5] I. L. Shapiro e P. M. Teixeira, arXiv: 1402.4854; (aceito para publicação em Classical and Quantum Gravity).

ANÁLISE DA CINÉTICA QUÍMICA EM FOTORRESINAS POSITIVA USANDO IONIZAÇÃO E DESSORÇÃO A LASER

MARTINS, J.S¹, ZAPPA, F¹, ROCCO, M.L.M², PINHO, R.R¹, LIMA, C.R.A¹

jsmartins@fisica.ufjf.br

¹Universidade Federal de Juiz de Fora / Departamento de Física

²Universidade Federal do Rio de Janeiro / Instituto de Físico-Química

Resumo

Neste trabalho, utiliza-se a técnica de Ionização e Dessorção a Laser – LDI para estudar, não apenas as mudanças estruturais e moleculares da fotorresina positiva AZ-1518 devido à exposição a uma radiação ultravioleta, mas também para analisar a taxa em que estas alterações ocorrem, isto é, a cinética química dessa fotorresina, que é definida pelo parâmetro Dill C. O resultado da degradação ocasionado pela ação da radiação ultravioleta é avaliado por espectrometria de massa por tempo de voo. A cinética química da fotorresina positiva, de acordo com o método proposto por Dill, mostra que a taxa de variação temporal da concentração do composto fotoativo é proporcional à intensidade da luz incidente. Este parâmetro é medido usando o processo de exposição com o espectro típico de uma lâmpada de vapor de mercúrio (comprimentos de onda de 365, 405 e 436 nm). Em virtude dos resultados apresentados, mostra-se que a técnica de ionização e dessorção a laser é capaz de identificar as modificações moleculares na fotorresina, devido à exposição de luz ultravioleta apresentando diferenças nas intensidades relativas dos espectros de massa das amostras expostas e não expostas à radiação ultravioleta. Devido às variações nas intensidades relativas dos espectros de massa das amostras que receberam diferentes energia de exposição, foi possível caracterizar a cinética química da fotorresina AZ-1518. Esse resultado mostra que a técnica de ionização e dessorção a laser é adequada para estudar a cinética química de materiais fotossensíveis e obter o parâmetro de Dill C das fotorresinas positivas [1].

Palavras-chave: Fotorresinas, materiais fotossensíveis, cinética química

Referências

[1] J.S. Martins, B.G.A.L. Borges, R.C. Machado, A.G. Carpanez, R.M. Grazul, F. Zappa, W.S. Melo, M.L.M. Rocco, R.R. Pinho, C.R.A. Lima. **Evaluation of chemical kinetics in positive photoresists using laser desorption ionization**, European Polymer Journal, v. 59, p. 1-7, 2014.

APLICAÇÕES AVANÇADAS DO MÉTODO DE LEIS DE FORMAÇÃO À CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS DE INTERESSE EM CRISTALOGRAFIA

J. P. A. Mendonça¹, M. G. Monteiro Junior¹, S. A. Leonel¹, F. Sato¹

jp_alastus@hotmail.com

¹ Dep. de Física, Instituto de Ciências Exatas – UFJF, Minas Gerais, Brasil

Resumo

Nos últimos anos, o avanço da computação e de suas tecnologias tem alterado os rumos da ciência. Com a cristalografia não seria diferente: Hoje em dia podemos tentar não só prever teoricamente uma estrutura, mas também reproduzi-las em software e, por meio de alguns modelos, extrair deles dados como coeficiente elástico, coeficiente de difusão, resistência, energia de formação, entre outros.

Em cristalografia computacional, geralmente começamos por montar de um arquivo de coordenadas, que nada mais são que as posições de cada átomo do cristal estudado. Esse geralmente é gerado por um método que envolve a replicação de um conjunto de átomos (átomos da base) através de uma rede que se estende pelo R^3 (Rede de Bravais). Todavia, este método se mostra falho para estruturas que não possuem periodicidade. Esse é o caso dos quasicristais, dos cristais líquidos e de algumas cerâmicas. Além disso esse método simplesmente não funciona para estruturas amorfas ou com geometrias muito complexas.

No entanto, desenvolvemos um método mais geral, baseado em três etapas: (i) Escolher uma geometria inicial que se adeque ao problema, (ii) aplicar sobre essa geometria uma lei de seleção específica e (iii) aplicar a estes pontos uma transformação. Esse método é baseado na ideia de que todo conjunto de pontos tem uma lei de formação e engloba não só as redes periódicas, mas sim quaisquer estruturas que conheçamos com detalhes.

Porem, a generalidade deste método só fica clara quando o aplicamos à sistemas complexos e encontramos as tais geometrias, leis de seleção e transformações. Nesse trabalho faremos uma breve apresentação do método citado e focaremos em suas aplicações. Apresentaremos algumas estruturas de complexidade elevada, tais como o cristais fractais e quasicristais, e apresentaremos o modo de construção por meio deste método. Paralelamente, debateremos como se encontrar tais leis e a liberdade que temos para simplificá-las.

Palavras-chave: Cristalografia, Leis de Formação, Quasicristais

Referências

- [1] LIMA, E. L., *Espaços Métricos*. Rio de Janeiro: IMPA, 2003
- [2] ASHCROFT, N. W., MERMIN, N. D., *Solid State Physics*. Saunders: Saunders College, 1976
- [3] SHECHTMAN, D., BLECH, I., GARTIAS, J. C., *Physical Review Letters*. **53**, (1984) 20
- [4] SHECHTMAN, D., *Physica Scripta*. **49**, (1988) 49
- [5] PENROSE, R., *Bulletin of the Institute of Mathematics and Applications*. **10**, (1974) 266-271
- [6] MAUMIS, G. G., ARAGON, J. L., *Z. Kristallogr.* **218**, (2003) 1-3

O ENSINO DE FÍSICA: COMO ATINGIR UM MAIOR NÚMERO DE ESTUDANTES E DEIXÁ-LOS MOTIVADOS

SANTOS, J.C.¹, OLIVEIRA, K.G.², NOVAES, E.P.³, BARROS, M.F.⁴, BUFFON, L.O.⁵.

josiannecatarina@hotmail.com

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

⁴ EEEFM João Crisóstomo Belesa

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo/Coordenadoria de Física

Resumo

Este artigo tem o objetivo de analisar, por meio de uma pesquisa quantitativa, os resultados de um seminário realizado com alunos do terceiro ano do ensino médio, da EEEFM João Crisóstomo Belesa, por intermédio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), e a partir disso, discutir as possíveis causas da deficiência do ensino da física. O assunto escolhido foi radiação, pois é um dos temas obrigatórios no plano de ensino de física, e a partir dele, buscou-se fazer a junção deste com a ciência da astronomia, além de realçar o conteúdo para a vida cotidiana dos alunos e expor um projeto tecnológico desenvolvido no país recentemente que envolve o tema. Como meio incomum de atividade utilizamos um jogo de palavras cruzadas e como ferramenta de coleta de dados um questionário com questões abertas e fechadas e a observação não participativa. Além disso, trouxemos materiais diferenciados para a apresentação, como reportagens e vídeos. Como resultado observamos que existe uma necessidade de estimulação e de maiores instruções aos discentes para a ciência, principalmente para a física, afinal, é cada vez mais necessário, uma educação diferenciada e um aprendizado que torne o aluno capaz de assimilar novas tecnologias, tarefas e procedimentos com autonomia e iniciativa, para que este saiba lidar com o intenso processo de transformação e de desenvolvimento tecnológico e científico presentes atualmente.

Palavras-chave: Ensino de Física; Física Moderna e Contemporânea; Astronomia.

Referências

Brasil. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** MEC, 2000. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf> > Acesso em: 18 jun. 2014.

BOCK, Ana Mercês Bahia; FURTADO, Odair; TEIXEIRA, Maria de Lourdes Trassi. **Psicologia: uma introdução ao estudo de psicologia.** 14^a ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

DOMINGUINI, Lucas. **Física moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM.** In.: Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 34, n. 2, p. 1-7. 2012.

ÉVORA, Cátia Quitério. **Ensino da “Energia” em contexto CTSA. Um estudo com alunos do 7º ano de escolaridade.** Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4065/1/ulfpie039494_tm.pdf> Acesso em: 20 jul. 2014.

FIOLHAIS, Carlos e TRINDADE, Jorge. **Física no computador: O computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n3/a02v25n3.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2014.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTE, Cláudio J. de H. **Física moderna e contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais.** Cad. Cat. Ens. Física, v. 6, n. 3, p. 267-286. 1999.

PELIZZARI, Adriana et. al. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel.** In.: Revista PEC, Curitiba. v. 2, n. 1, p.39-42. 2002.

QUINTAL, João Ricardo. GUERRA, Andréia. **A história da ciência no processo ensino-aprendizagem.** Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num1/a04.pdf>> Acesso em: 20 jul. 2014.

SILVA, Hudson de Aguiar. **O uso do jogo no ensino de física com foco nas competências e habilidades exigidas pelo novo enem.** Disponível em: <<http://www.ensinosaudeambiente.com.br/eneciencias/anaisiiieneciencias/trabalhos/T1.pdf>> Acesso em: 20 jul. 2014.

ESTUDO TEÓRICO DE UMA SÉRIE DE METALACARBORANOS: INVESTIGAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS SUBSTITUINTES EM PROPRIEDADES MOLECULARES

Junqueira, G.M.A e Sato, F.

georgia@fisica.ufjf.br

Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física

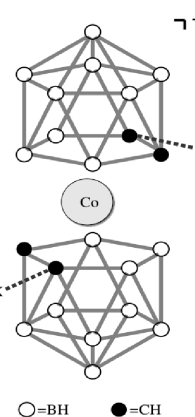
Resumo

Metalacboranos são poliedros inorgânicos contendo carbono, boro, hidrogênio e metais em diversas combinações. Um típico metalacborano é formado da ligação tipo “sanduíche” de duas unidades de dicarbólídeo $[C_2B_9H_{11}]^{-2}$ com um íon metálico no centro. Suas peculiares estruturas que possuem grande estabilidade térmica e química, além da potencial aplicabilidade tanto na área da medicina como de materiais, sugerem a necessidade de estudos teóricos que contribuam para o entendimento no nível molecular desses sistemas [1].

Recentemente nós reportamos o papel dos substituintes na reatividade e nas propriedades ópticas não lineares (ONL) de uma série de isômeros dicarba-*closo*-dodecarbóranos $C_2B_{10}H_{12}$ [2], onde observamos a pequena influência do tipo do isômero na reatividade e, por outro lado, a maior sensibilidade dos isômeros *-para* no que se refere às propriedades ONL.

No presente trabalho consideramos uma série de cobaltabisdicarbólídeos substituídos $[Co(C_2B_9H_{11}RX)^{-1}]$ onde $R, X = H, NH_2, NO_2, CH_3, OCH_3, C_6H_5, Cl$ e discutimos o efeito de tais substituições em propriedades moleculares como: reatividade química e ONL, além de apresentarmos o espectro eletrônico de toda a série de metalacboranos analisada.

Todos os sistemas foram otimizados com Teoria do Funcional de Densidade (DFT) utilizando o funcional B3LYP e funções de base 6-31+G(d,p). As propriedades ONL foram obtidas através do método Hartree-Fock Dependente do Tempo (TDHF), dentro da abordagem estática. Um dos resultados interessantes obtidos é que as moléculas com maior potencial aplicação em ONL podem ser consideradas sistemas “push-pull”, ou seja, o par substituinte é formado por um grupo doador e um retirador de elétrons.



Palavras-chave: carboranos, reatividade, ONL

Referências

- [1] FARRÁS, P. *et al.* Metallacboranes and their interactions: theoretical insights and their applicability. *Chem. Soc. Rev.* v. 41, p. 3445-3463, 2012.
- [2] JUNQUEIRA, G.M.A.; SATO, F. Substituent effects on molecular properties of dicarba-*closo*-dodecarbóranes derivatives *J. Mol. Model.* v. 20, p. 2275-2278, 2014.

III WORKSHOP DA PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

Departamento de Física – ICE – UFJF

15 a 18 de setembro de 2014



4 — Apresentação em Pôsteres

4.1 Instruções para apresentação

As sessões de apresentação ocorrerão nos dias 16 e 17 de setembro, das 16:00h às 17:30h. O pôster deve ser afixado na terça-feira (16/09) pela manhã, entre 10:00h e 12:00h. O certificado de apresentação de trabalho será entregue após a passagem do avaliador, que poderá ocorrer em um dos dois dias.

4.2 Títulos e Resumos dos Trabalhos

Implantação de uma linha de colisões atômicas e estudos, focalização e detecção de íons positivos provenientes da mistura de Li_2CO_3 , SiO_2 e Al_2O_3 .

Zappa.F¹, Leão.C.D²,Gomes.M.S³

Carolina1@ice.ufjf.br

¹ Universidade Federal de Juiz de fora/Departamento de Física

² Universidade Federal de Juiz de Fora

³ Universidade Federal de Juiz de Fora

Resumo

O principal objetivo desse trabalho é realizar pesquisas sobre colisões atômicas que consistem em acelerar feixes de partículas atômicas até uma velocidade e colidir estes feixes em um determinado alvo esse trabalho e realizado através de uma máquina no qual possui uma fonte termiônica de íons de lítio positivo. Dessa forma temos que essas partículas feitas de maneira controlada, nos possibilitam obter informações sobre suas propriedades, ou seja, propriedades das partículas projéteis e das partículas alvo.

A minha principal função é construir peças que serão elaboradas pelo solidworks que é um software feito para modelar projetos em três dimensões, vê-se sua importância, devido ao máximo aproveitamento de suas ferramentas. Dessa forma este software teve uma grande contribuição, pois permitiu uma melhor visualização das peças.

Assim percebemos que essas peças necessitam de ter um encaixe perfeito, pois qualquer erro em suas medidas podem acabar prejudicando o resultado final.

Portanto este projeto teve uma profunda importância, pois me permitiu compreender melhor esse software contribuindo assim com o melhor conhecimento, aproveitamento e desenvolvimento das peças.

Palavras-chave: solidworks

Referências

Dissertação de mestrado Rafael Tagliatti.

ABORDAGEM LÚDICA SOBRE A HISTÓRIA DA FÍSICA: O ESTUDO DE ELETROSTÁTICA INSPIRADO EM FEITOS HISTÓRICOS.

Deborah S. Franco¹, Filipe G. de Oliveira², Isabela L. Pereira³, Morganna Justen⁴
deborahsfranco@gmail.com

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/ Departamento de Física

² Universidade Federal de Juiz de Fora/ Departamento de Física

³ Universidade Federal de Juiz de Fora/ Departamento de Física

⁴ Universidade Federal de Juiz de Fora/ Departamento de Física

Resumo

Este trabalho foi elaborado no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Todo o trabalho relatado foi realizado com os estudantes do terceiro ano do Ensino Médio regular da Escola Estadual Sebastião Patrus de Sousa, situada no município de Juiz de Fora – Minas Gerais, sob a supervisão da professora regente.

As ações desenvolvidas visavam à complementação e ao enriquecimento do conhecimento tratado em sala de aula. Com o intuito de despertar o maior interesse pelo conteúdo ministrado, que na época era a eletrostática, utilizamos de uma atividade lúdica para abordar a história da Física, em particular, de três cientistas que investigavam fenômenos acerca da natureza “fluido elétrico”.

Optamos pelo enfoque histórico a fim de atribuir uma maior significação ao conteúdo, aliando a teoria à prática em situações que puderam ser experimentadas pelos alunos. Numa atividade investigativa, propusemos aos alunos que tentassem “brincar de eletrostática” com canudinhos segundo um roteiro, e anotassem os resultados.

A atividade seguinte tinha o objetivo de mostrar aos alunos de onde tinham saído as ideias dos experimentos anteriores, quem na história fizera algo semelhante, e cujo resultado serviu de base para teorias futuras. Apresentamos a história desses cientistas impressa em papel e solicitamos que eles sintetizassem a partir do texto as informações que considerassem mais importantes, escrevendo-as em balões de fala que partiam dos cientistas ao realizarem os experimentos trabalhados no texto.

Percebemos que, ao inserir de maneira diferente a História da Física, mostrando a eles que os cientistas testaram, erraram e até mesmo foram incapazes de compreender alguns dos fenômenos que presenciaram, conseguimos fazer com que eles se sentissem mais próximos do conteúdo, o que despertou interesse e os motivou a realizarem as tarefas e, conseqüentemente, entender a teoria por trás da experiência.

Palavras-chave: Lúdico, Ensino de eletrostática, História da Física

Referências

Pereira, Cláudio Luiz Nóbrega; Silva, Roberto Ribeiro. A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS. Disponível em: <http://www.ltds.ufrj.br/gis/a_historia.htm> Acessado em 14 jun. 2014

Forato, Thaís C. de Mello; Martins, Roberto de Andrade; Pietrocola, Maurício. ENFRENTANDO OBSTÁCULOS NA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA A SALA DE AULA. EDUFRN, 2012.

Silva, Boniek V da Cruz. A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA: CONSTRUINDO ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS COM FUTUROS PROFESSORES DE FÍSICA. 2012. Disponível em: <http://www.lajpe.org/sep12/16_LAJPE_672_Boniek_da_Cruz_preprint_corr_f.pdf> Acessado em 08 ago. 2014

UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTO PORTÁTIL NO CONTROLE DE QUALIDADE DO LEITE CRU

MEIRA, Y.P.P.¹; COIMBRA, K.A.¹.; BELL, M.J.V.²; ANJOS, V.C.dos².; NASCIMENTO,
W.W.G¹.

yasminportes@hotmail.com

¹Universidade Federal de Juiz de Fora campus avançado de Governador
Valadares/Departamento de Farmácia

²Universidade Federal de Juiz de Fora campus Juiz de Fora/Departamento de Física

O leite é um importante alimento, tanto do ponto de vista nutricional como econômico e social, sendo o Brasil um dos maiores produtores e consumidores mundiais. Devido sua importância, o leite é constantemente fraudado, saindo dos limites estabelecidos pela legislação que controla a sua qualidade. Algumas fraudes comuns são a adição de água para aumentar o seu volume com objetivo de aumentar os lucros e o uso de neutralizantes para reduzir a acidez do leite a um valor aceitável pela legislação e a indústria. Assim, desenvolveu-se um novo método para controle da qualidade do leite e detecções de possíveis fraudes, o MilkTech, equipamento portátil, rápido e de simples manuseio que utiliza das propriedades elétricas do leite que variam significativamente com estes tipos de adulteração. A metodologia foi validada por estatística descritiva a partir de amostras analisadas em laboratório e não apresentou falta de ajuste para o modelo com 95% de confiança. O limite de detecção do equipamento para o conjunto de dados analisados foi de 0,78% de água com precisão de 1,1%. Nesta etapa do projeto avaliou-se a eficiência do equipamento em ambientes reais, inseridos na rotina dos laticínios e propriedades rurais nas regiões de Juiz de Fora e Governador Valadares em Minas Gerais, comparando-os com os métodos oficiais de análise. Foram realizados testes sistemáticos em laticínios, tanques de refrigeração e propriedades rurais. Os testes experimentais indicam sensibilidade do equipamento na investigação da adição de água, cloreto de sódio e bicarbonato de sódio. Portanto, o MilkTech, pode ser utilizado no campo atuando como investigador, avaliando a qualidade do leite sem a necessidade de estar em laboratório mostrando sua vantagem com os demais métodos tradicionais. **Palavra chave:** Leite, controle de qualidade, MilkTech.

REFERÊNCIAS:

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os Anexos a esta Instrução

Normativa. ***Diário Oficial da República Federativa do Brasil***, Brasília, 20 set. 2002. Seção 1, p. 13.

FURTADO, Marco Antônio Moreira; VILELA, Miriam Aparecida Pinto. Fraudes em leite de consumo: limites de detecção, *Revista Leite e Derivados*, (29), pp 14 - 18. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. ***Diário Oficial da República Federativa do Brasil***, Brasília, 14 dez. 2006. Seção 1, p. 8.

NASCIMENTO, W. W. G.; Estudo de Propriedades Elétricas do Leite para o Desenvolvimento de Novas Metodologias e Implementação de Novos Equipamentos para a Detecção de Fraudes em Leite Cru. Tese apresentada ao programa de pós-graduação em Física da Universidade Federal de Juiz de Fora. 2013.

PEREIRA, Danielle Braga Chelini; SILVA, Paulo Henrique Fonseca da; COSTA Júnior, Luiz Carlos Gonçalves; OLIVEIRA, Luciana Leal de. *Físico-química do leite e derivados - Métodos Analíticos*. 2. ed. rev. Ampl. Juiz de Fora: Templo Gráfica e Editora Ltda, EPAMIG. 2001.

DETERMINAÇÃO DA MOBILIDADE DE PORTADORES EM SEMICONDUTORES ORGÂNICOS VIA CORRENTE LIMITADA POR CARGA ESPACIAL

Melquiades, M. C., Quirino, W. G. e Legnani, C.

e-mail: monicamelquiades@fisica.ufjf.br

Grupo de nanociência e nanotecnologia, Departamento de Física

Universidade Federal de Juiz de Fora.

Ftalocianinas pertencem a uma classe de compostos orgânicos altamente estáveis, os quais são classificados como semicondutores orgânicos tipo-*p*, caracterizado por uma baixa mobilidade e baixa concentração de portadores. As características físicas e químicas desses tipos de moléculas tem sido objeto de pesquisas em diversas áreas, tais como: (i) na química, porque ele pode sofrer numerosas alterações na sua estrutura de base; (ii) na medicina, como agente fotossintético em terapia fotodinâmica e (iii) na indústria, como corantes, devido à sua estabilidade química e térmica [1]. Suas propriedades ópticas e eletrônica têm sido utilizados para melhorar o desempenho de muitos dispositivos, como dispositivos orgânicos eletroluminescentes (OLEDs) e dispositivos fotovoltaicos orgânicos (OPV). A mobilidade de portadores é de fato um dos principais parâmetros utilizados para avaliar o potencial de novos materiais para aplicações em dispositivos. A técnica de corrente limitada por carga espacial (SCLC) é uma ferramenta versátil, que é comumente empregada para obter a mobilidade de portadores. Neste trabalho, a fim de obter uma medida da mobilidade mais segura, foi utilizado um protocolo que leva em conta a permissividade elétrica e as barreiras de energia entre a função trabalho dos eletrodos e os níveis de energias para injeção de portadores interfaces dos dispositivos. Isto permitiu-nos extrair a mobilidade dos portadores a partir de dispositivos monocamada, com somente buracos ou somente elétrons sendo injetados [2].

Palavras-chave: Mobilidade de portadores, semicondutores orgânicos.

Os autores agradecem a CAPES, CNPq, FAPEMIG e ao INEO pelo apoio financeiro.

[1] Centurion, L.M.P.C. Imobilização de ftalocianinas em filmes nanoestruturados e aplicações em sensores. **93 p**, Dissertação de Mestrado (2010), Universidade de São Paulo, São Carlos(2010).

[2] James C. Blakesley et al, Organic Electronics 15 (2014).

CARACTERIZAÇÃO POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X DE CONTAS DE VIDRO ENCONTRADAS NO SÍTIO ARQUEOLÓGICO DO CAIS DO VALONGO (RJ)

BATISTA, R.T.^{1,2}, FREITAS, R.P.¹, CALZA, C.³, RIBEIRO, I.M.N.¹, OLIVEIRA, A.L.C.¹, ANJOS, M.J.², ASSIS, J.T.⁴, LIMA, T.A.⁵

rafaela.batista@ifrj.edu.br

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – Campus Paracambi

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro/Instituto de Física Armando Dias Tavares

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro/ PEN/COPPE

⁴ Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ Instituto Politécnico do Rio de Janeiro

⁵ Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Museu Nacional/PPGA

Resumo

Arqueometria é a análise científica de obras de arte e objetos de valor arqueológico, utiliza-se de diversas técnicas para tal investigação, como por exemplo, a Fluorescência de raios X (FRX), que é uma técnica analítica não destrutiva, possibilitando a obtenção dos elementos químicos presentes no material de estudo. Um dos objetos de grande interesse na Arqueometria são os artefatos vítreos, por isso este trabalho destina-se a análise de contas de vidro, pois foi encontrada uma grande quantidade da mesma em formas e cores variadas durante as escavações arqueológicas realizadas na Zona Portuária do Rio de Janeiro, Brasil, através do Projeto Valongo e do Projeto de Monitoramento Arqueológico das obras de revitalização da Zona Portuária do Rio de Janeiro. O material arqueológico vítreo foi analisado em um sistema comercial portátil de fluorescência de raios X por dispersão em energia, cujas condições operacionais foram ajustadas em 35 kV de tensão, 500 μ A de corrente e 600 segundos como tempo de exposição das contas a radiação X. Em seguida seus resultados foram investigados pela Análise dos Componentes Principais (PCA) a fim de estabelecer as possíveis relações entre estas contas vítreas. As principais contas analisadas foram as azuis e as vermelhas, nas azuis detectou-se com maior intensidade os seguintes elementos químicos: Potássio, Cálcio, Ferro, Cobalto, Níquel e Arsênio; Nas vermelhas os elementos encontrados em maior intensidade são estes: Potássio, Cálcio, Manganês, Cobre e Chumbo. Através do PCA foi observado que dentre as contas azuis um grupo apresenta grande semelhança, o que nos leva a concluir elas podem ter a mesma origem de fabricação

Palavras-chave: Contas de vidro, Arqueometria e Fluorescência de raios X.

Referências

- Fleming, M.I.A. Aplicação da arqueometria no estudo de coleções arqueológicas. Revista CPC, São Paulo, n. 6, p. 219-230, maio 2008/out. 2008
- Dubin, L.S. The History of Beads: From 100,000 B.C. to present. Revised and expanded edition. Abrams, NY, 2009.

- Decorse, C.R., Richard, F.G. e Thiaw, I. Toward a systematic beads description system: A view the Lower Falemme, Senegal. *Journal of African Archaeology* 1, (2003) 77-110.
- Shelby, J.E.. *Introduction to Glass Science and Technology*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1997.
- CALZA, C. Desenvolvimento de sistema portátil de fluorescência de raios X com aplicações em arqueometria. Tese de D.Sc. Programa de Engenharia Nuclear, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.
- Batista, R.T. Caracterização de um sistema de fluorescência de raios X por dispersão em energia para análise quantitativa de ligas metálicas. Dissertação de mestrado. Instituto de Física Armando Dias Tavares, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2012.

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA MAGNETIZAÇÃO EM NANOFIOS MAGNÉTICOS: ESTUDO TEÓRICO PARA OBTENÇÃO DOS TERMOS DE TORQUE DAS EQUAÇÕES DE LANDAU-LIFSHITZ-GILBERT

Autor: GOMES, J.C.S. / Orientador: LEONEL, S.A.
josielcsg@hotmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA – DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Resumo:

O entendimento dos processos que envolvem a magnetização de ferromagnetos torna-se cada vez mais necessário frente às recentes aplicações tecnológicas em mídias magnéticas, cabeças de leitura e escrita e MRAMs [1]. Estas amostras magnéticas, fabricadas com materiais magnéticos tais como Cobalto e liga de Permalloy (Ni₈₁Fe₁₉), são modelados em escala nanométrica, de modo que assim apresentam propriedades interessantes tanto do ponto de vista fundamental quanto do ponto de vista de aplicação tecnológica [2]. Em nanofios magnéticos podemos observar a presença de paredes de domínios do tipo vórtice ou transversal que podem ser transportadas para diferentes regiões sem deformação [1]. Nesta linha de pesquisa, sabe-se que a manipulação da magnetização pela aplicação de corrente elétrica de spins polarizado é de fundamental importância tecnológica para a spintrônica, pois neste caso, não é necessário a aplicação de campo magnético externo para este controle [3–6]. Usaremos a hamiltoniana de Heisenberg acrescida da interação dipolar. Nosso objetivo principal é explorar e tentar entender melhor o comportamento estático e dinâmico da magnetização das nanofitas [2]. A dinâmica do sistema é regida pelas equações de Landau-Lifshitz-Gilbert. Neste trabalho em específico, vamos apresentar um estudo teórico das equações de Landau-Lifshitz-Gilbert, que são equações diferenciais que descrevem o movimento precessional da magnetização em um sólido. Embora a equação de Landau-Lifshitz-Gilbert mais comum tenha apenas dois termos de torque, mostramos que a densidade de spin de condução fora do equilíbrio induzida por sua vez gera quatro torques de spin atuando na magnetização – com cada torque desempenhando um papel diferente na dinâmica da magnetização [7]. Apresentaremos então os cálculos utilizado para obtenção desses torques.

Palavras-chave: Nanofios, equação, Landau-Lifshitz-Gilbert

Referências:

- [1] V. A.Ferreira; Tese de Doutorado: ESTUDO DA DINÂMICA DA PAREDE DE DOMÍNIO TRANSVERSAL EM NANOFIOS MAGNÉTICOS (2013).
- [2] Proceedings of the 43rd Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, Miami, FL; 9-12 November 1998- J.Appl. Phys. 85,4277 (1999).J.C.Slonczewski; J.Magn.Magn.Mater, 159, L1-L7(1996).
- [3] E.B.Myers et al; Science 285, 867(1999).
- [4] S.I.Kiselev et al; Nature, 425, 380(2003).
- [5] A.Yamaguchi et al; Phys.Rev.Lett, 92, 077205(2004).
- [6] A.Yamaguchi et al; Nature, 428, 539(2004).
- [7] S. Zhang; Z. Li; PhysRevLett.93.127204 (2004).

BUSCA CONFORMACIONAL DAS MOLÉCULAS DE PALMÍTICO, ESTEÁRICO, OLEICO E TRIÁCILGLICEROL POR MÉTODOS SEMI-EMPÍRICOS E AB-INÍCIO

C. D. de Brito¹; T. Mendes¹; G. A. Junqueira¹; M. J. V. Bell¹; V. C. dos Anjos¹; F. Sato¹

diascharles32@yahoo.com.br

¹ Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário - Bairro São Pedro - CEP: 36036-900 - Juiz de Fora - MG

PALAVRAS CHAVES: Oleico, Palmítico, Esteárico e Triácilglicerol.

RESUMO

Neste trabalho realizamos a busca conformacional das moléculas dos ácidos graxos esteárico, oleico, palmítico e do álcool glicerol. Além disso, estudamos o triácilglicerol (TAG) que é formado da junção dos quatro compostos anteriormente citados. Para tanto, foram utilizados os métodos de dinâmica molecular (DM) e mecânica molecular (MM). Na DM foi empregado o campo de força AMBER (*Assisted Model Building with Energy Refinement*) [1] com *ensemble* canônico (NTV) para uma temperatura de 1000K, com o passo de 1fs em um total de 200ps. Na MM foram utilizados potenciais semi-empíricos (AM1, PM3 e MNDO) e *ab initio* (HF, DFT-B3LYP e DFT-SVWN). Na DM as trajetórias foram armazenadas a cada passo e destas trajetórias foram escolhidas as vinte estruturas de menor energia potencial para cada molécula. A partir destas vinte, realizou-se os cálculos de MM com os potenciais semi-empíricos e *ab-initio*. Os cálculos de DM foram realizados com os programas GABEDIT [2] e Avogadro [3]. Os cálculos semi-empíricos e *ab-initio* foram executados com o pacote computacional GAMESS [4] com o critério de convergência da ordem de 10^{-6} u.a (unidades atômicas) para o gradiente. O conjunto de funções de base utilizado foi 6-31G. Extraíu-se após a otimização das vinte estruturas por MM, aquela de menor energia. Através de observações e análises das estruturas e energias obtidas, pôde-se fazer um refinamento para cada uma das estruturas moleculares, o que nos levou a obter uma boa aproximação da geometria mais estável de cada molécula considerada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Wang, J., Wolf, R.M, Caldwell, J.W., Kollman, P.A., Case, D.A.; *J.Comp. Chem.*, **2004**, 25, 1157

[2] ALLOUCHE, A.-R. Gabedit - A graphical user interface for computational chemistry softwares. *J. Comput. Chem.*, v. 32, n. 1, p. 174–182, 2011.

[3] Avogadro: an open-source molecular builder and visualization tool. Version 1.XX. <http://avogadro.openmolecules.net/>

[4] "General Atomic and Molecular Electronic Structure System" M.W.Schmidt, K.K.Baldrige, J.A.Boatz, S.T.Elbert, M.S.Gordon, J.H.Jensen, S.Koseki, N.Matsunaga,

K.A.Nguyen, S.J.Su, T.L.Windus, M.Dupuis, J.A.Montgomery J. Comput. Chem., 14, 1347-1363(1993).

Propriedades ópticas e estruturais em vidros Fosfato dopados com Érbio

D. G. de Castro¹, Z. M. Da Costa¹, Bell, M. J. V¹, Anjos, V¹ Oliveira, V. H¹,
Silva, G.H¹, Faraco, T. A¹.

Jrjfmng22@bol.com.br

¹Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Física

Recentemente, os vidros fosfatos receberam uma grande atenção devido ao seu potencial de aplicação em transmissão de dados ópticos, detecção, sensores e detector de laser, guias de ondas e fibras ópticas, além das suas excelentes propriedades físicas, tais como coeficientes de expansão térmica elevados e de baixa temperatura de fusão. Em geral, a emissão de terra raras na matriz vítrea depende fortemente dos efeitos de cristalização, local onde os íons estão situados.

Comparado com os vidros de sílica, vidros de fosfato oferecem propriedades ópticas distintas, tais como, grande janela de transmissão de infravermelho e boa densidade. Nos últimos anos, uma quantidade enorme de pesquisas sobre a melhoria das propriedades físicas e de durabilidade química dos vidros fosfato através da adição de óxidos de metais pesados em P₂O₅.

A adição de Na₂O melhora ainda mais a solubilidade dos terras raras possibilitando a utilização de uma concentração elevada de dopantes, enquanto que o Al₂O₃ aumenta as ligações no tetraédro do vidro P₂O₅, bom com aumento da durabilidade aquosa e da temperatura de transição vítrea, e uma diminuição no coeficiente de expansão térmica.

O trabalho descreve a matriz vítrea dopada com íons terras raras como Yb(Ítérbio) e Er(Érbio), os quais permitem estudar efeitos ópticos lineares, não lineares, luminescência em combinações com outras técnicas muito usadas na análise de vidros: Absorção Óptica, Densidade, Índice de Refração, Análise e Espectroscopia Raman.

CONTRIBUIÇÕES AO VÁCUO DE FÓTONS NA TEORIA COM TERMOS QUE VIOLAM A SIMETRIA DE LORENTZ E CPT

Tibério de Paula Netto¹, Ilya L. Shapiro²

T. DE P. NETTO¹, I. L. SHAPIRO².

tiberiop@fisica.ufjf.br

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física, ICE

² Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física, ICE

Tomsk State Pedagogical University/ Tomsk State University

As contribuições do fóton para as divergências de 1-loop e a anomalia conforme na teoria com violação da simetria de Lorentz e CPT foram consideradas. Nós calculamos os contratermos de 1-loop vindo da integração sobre o campo eletromagnético e checamos que estes possuem simetria conforme. Além disso, a anomalia conforme e a ação induzida pela anomalia foram calculadas. Foi mostrado que os novos termos não afetam a dinâmica do fator conforme da métrica na inflação de Starobinsky e suas extensões. Ao mesmo tempo, esperamos que esses novos termos afetem a dinâmica das ondas gravitacionais e, no geral, as perturbações cósmicas.

Palavras-chave: Violação da simetria de Lorentz e CPT, Eletrodinâmica com quebra de simetria de Lorentz, Ação Efetiva de 1-loop, Anomalia Conforme.

Referências

A. Kostelecky and N. Russell, Rev. Mod. Phys. **83**, 11 (2011).

A. V. A. Kostelecky and J.D. Tasson, Phys. Rev. D **83**, 016013 (2011).

G. de Berredo-Peixoto and I. L. Shapiro, Phys. Lett B **642**, 153 (2006)

T. de P. Netto and I. L. Shapiro, Phys. Rev. D **89**, 104037 (2014)

ESTRUTURA DE BANDAS DE FONÔNS EM COMPOSTOS DE MICROTUBOS DE CARBONO

A. Arantes, V. Anjos

aagoncalves@fisica.ufjf.br

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Física

Os chamados cristais fonônicos tem atraído muita atenção nos últimos vinte anos devido sua capacidade de modelar ondas mecânicas acústicas (em fluidos) e elásticas (em sólidos), e até mesmo fônons acústicos e baixa frequência em nano-estruturas. Um cristal fonônico é um metamaterial com estrutura elástica periódica. Como os metamateriais convencionais, sua propriedade surge de uma geometria estrutural, em vez da sua composição [1-3]. Neste trabalho, nós investigamos teoricamente a relação de dispersão da propagação de ondas mecânicas em um metamaterial fonônico composto por um meio sólido reforçado por microtubos de carbono arrançados periodicamente em uma rede quadrada. Usando a teoria clássica de elasticidade, obtemos a equação de onda generalizada para as deformações se propagando nesse meio. Então, a equação de onda é resolvida com o uso dos métodos de Expansão em Ondas Planas e rotinas numéricas.

Considerando uma estrutura com parâmetro de rede da ordem de poucos micrometros, obtivemos um band gap com largura de 4 GHz para microtubos grossos. Ainda, encontramos uma banda estreita para vibrações polarizadas transversalmente dentro do gap, o que oferece potenciais aplicações em tecnologias que envolvam manipulação de alta-frequência acústica no espectro vibracional. Além disso, a densidade de fônons foi computada da relação de dispersão para estudar importantes propriedades físicas, como o transporte térmico e eletrônico [4,5].

Este trabalho tem o apoio das agências do Brasil: CNPq, FAPEMIG, CAPES.

Palavras-chave: estrutura de bandas, cristais fonônicos

Referências

- [1] M. S. Kushwaha et al., Phys. Rev. B 29, 2313 (1994).
- [2] T. Gorishnyy et al., Phys. Rev. Lett. 94, 115501 (2005).
- [3] D. F. Goether et al., AIP Advances 1, 042001 (2011).
- [4] P. E. Hopkins et al., Nano Lett. 11, 107 (2011).
- [5] M. Maldovan, Phys. Rev. Lett. 110, 025902 (2013).

Magnetotunelamento numa heteroestrutura de dupla barreira

Carneiro, D.F.^{1,2}, Makler, S.S.²

diegofc@leopoldina.cefetmg.br

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

² Universidade Federal de Juiz de Fora / Departamento de Física

Resumo

O dispositivo estudado neste trabalho é uma heteroestrutura de dupla barreira (HDB) composta por GaAs / AlGaAs. A hamiltoniana que descreve o sistema considera as interações entre elétrons, fônons e elétron-fônon na presença de um campo magnético

O transporte eletrônico através deste dispositivo pode ser sintonizado por um potencial externo de forma que os elétrons podem decair do nível excitado E_1 para nível fundamental E_0 emitindo fônons longitudinais ópticos primários LO de energia $\hbar\omega_1$. O potencial aplicado é escolhido de tal forma que se estabeleça a condição de ressonância $E_1 - E_0 \approx \hbar\omega_1$. Tais fônons primários decaem num par de fônons longitudinais ópticos secundários LO_2 e fônons transversais acústicos (TA). O feixe coerente de fônons produzidos na faixa de terahertz é chamado de SASER [1]. Para o cálculo da transmitância de elétrons e da corrente eletrônica foi utilizado o formalismo das funções de Green de Keldysh, pois o sistema está longe do equilíbrio. No estudo da dinâmica dos elétrons e fônons no SASER, utilizaram-se as equações cinéticas.

A aplicação de um campo magnético paralelo à corrente possibilita o magnetotunelamento através dos inter-níveis de Landau que, além dos níveis dos fônons LO, abrem novos canais para o fluxo de elétron através do dispositivo.

Os resultados para o magnetotunelamento ressonante estão de acordo com os estudos anteriores, tanto teóricos quanto experimentais.

Palavras-chave: SASER, magnetotunelamento, GaAs/ AlGaAs, Keldysh

Referências

[1] S.S. Makler et. al. Braz. J. Phys. 24, 330 (1994)

PREPARAÇÃO FÁCIL E RÁPIDA DE NANOFOLHAS DE ÓXIDO DE GRAFENO E ÓXIDO DE GRAFENO REDUZIDO

Lima, A. H; Legnani, C.; Fragneaud, B.; Maciel, I.O.; Quirino, W. G.

ahlima@fisica.ufjf.br

Grupo de Nanociências e Nanotecnologia, Departamento de Física, Universidade Federal de Juiz de Fora

Resumo

Condutores transparentes (CT) são componentes cruciais de uma ampla gama de dispositivos optoeletrônicos de grande importância na eletrônica moderna, tais como células solares, diodos orgânicos emissores de luz (OLEDs), sensores, transistores, telas inteligentes etc. Neste contexto, há um grande interesse no uso de folhas de grafeno como CT, pois estas apresentam baixo custo de produção, alta transparência, condutividade e flexibilidade, em contraste ao material predominantemente usado, o óxido de índio e estanho (ITO), que possui alto custo e apresenta limitações quanto às aplicações em dispositivos flexíveis. Embora diversos métodos tenham sido propostos para produzir grafeno, como a clivagem mecânica, o crescimento epitaxial e a deposição química na fase vapor (CVD), a redução do óxido de grafeno (GO, do inglês Graphene Oxide) é atualmente sugerido como o caminho mais eficiente para produzir grafeno em grandes quantidades e com custos reduzidos. Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma solução contendo nano-folhas de grafeno para aplicações em substratos condutores e transparentes. No desenvolvimento destes substratos, GO foi produzido através da intercalação e oxidação do grafite em flocos usando uma modificação do método de Hummers e Offeman. Nossos resultados mostram que uma soluções aquosas contendo óxido de grafeno e óxido de grafeno reduzido (GO e rGO) podem ser facilmente obtidas e espalhadas sobre uma superfície. As amostras foram caracterizadas por espectroscopia Raman e mostraram as três principais características sp^2 : as bandas D, G e 2D em 1355 , 1570 e 2707 cm^{-1} , respectivamente, além dos sobretons D+G e G", em 2926 e 3157 cm^{-1} . Uma análise detalhada parece confirmar a presença de folhas de GO e rGO (1 a 4 camadas).

Palavras-chave: Óxido de Grafeno, Óxido de Grafeno Reduzido, Condutores Transparentes, Filmes Finos.

Referências

- [1] Wang, S. J., Geng, Y., Zheng, Q., Kim, J. K. *Fabrication of highly conducting and transparent graphene films*. Carbon, 2010, **48**, 1815-1823.
- [2] Wu, Z. S., Ren, W., Liu, B., Jiang, C., Cheng, H. M. *Synthesis of high-quality graphene with a pre-determined number of layers*. Carbon, 2009, **47**, 493-499.
- [3] Geng, Y., Wang, S. J., Kim, J. K. *Preparation of graphite nanoplatelets and graphene sheets*. Journal of Colloid and Interface Science, 2009, **336**, 592-598.

RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO DO CAMPO ESCALAR

RIBEIRO, T.G.¹

e-mail: tiaggribeiro@gmail.com

¹ UNIFEI/Instituto de Física e Química

Resumo

No presente trabalho estudaremos a radiação de corpo negro do campo escalar com massa em dimensões arbitrárias, onde inicialmente desenvolveremos toda a dinâmica relacionada a este campo mediante um princípio de mínima ação, obtendo a equação de movimento, o tensor energia momento, e ainda, apresentando uma possível gravitação relativística descrita em termos do campo escalar. Em seguida consideraremos o campo confinado a uma cavidade de volume V em um espaço $N-1$ -dimensional, o que nos permitirá quantizá-lo. Calcularemos, pela aplicação do ensemble canônico, as quantidades termodinâmicas relacionadas ao sistema em questão para massa e dimensões arbitrárias, sendo esta nossa principal contribuição. As referidas quantidades termodinâmicas serão comparadas, no limite de massa nula, com os resultados correspondentes no eletromagnetismo.

Visando explorar de forma mais detalhada os efeitos da massa na radiação de cavidade do campo escalar, tomaremos o caso particular de $N=4$, apresentando as primeiras correções de massa nas quantidades termodinâmicas. Assim, o comportamento de nosso sistema pode ser facilmente comparado com o previsto por Planck para a radiação de corpo negro do campo de Maxwell. Finalmente, investigaremos a distribuição espectral da densidade de energia no interior da cavidade, obtendo as leis de Planck, Rayleigh-Jeans e Wien para o caso com massa. Inclusive, apresentamos o comportamento espectral da intensidade de energia emitida através de um furo em uma das paredes da cavidade, assim como a lei de Stefan-Boltzmann para massa não nula.

Palavras-chave: Campo escalar, radiação de corpo negro, bóson, eletromagnetismo.

Referências

1. T. Padmanabhan, *Gravitation: Foundations and Frontiers*, Nova Iorque: Cambridge University Press, 2010.
2. C. Serguei, *et al*, *Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC*, Phys. Lett. B, v. 716, n. 1, p. 30-61, 2012.
3. J. J. M. Pimenta, *et al*, *O bóson de Higgs*, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, p. 1-14, 2013.
4. P. A. Ade, *et al*, *BICEP2 I: detection of B-mode polarization at degree angular scales*, arXiv preprint, arXiv:1403.3985, 2014.

5. I. Waga, *Cem anos de descobertas em cosmologia e novos desafios para o Século XXI*, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 1, p. 157 - 173, 2005.
6. A. Linde, *Inflation, quantum cosmology and the anthropic principle*, Science and ultimate reality, p. 426-458, 2003.
7. L. D. Landau, E. M. Lifshitz, *The Classical Theory of Fields*, Vol.2, Moscou: Elsevier, 1975.
8. N. A. Lemos, *Mecânica Analítica*, 2.ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2007.
9. P. Ramond, *Field Theory: A Modern Primer*, 2.ed. Nova Iorque: Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
10. S. S. Schweber, *An introduction to relativistic quantum field theory*, Dover Publications, 2005.
11. S. T. Thornton, J. B. Marion, *Dinâmica clássica de partículas e sistemas*, São Paulo: Cengage Learning, 2011.
12. D. J. Griffiths, *Eletrodinâmica*, 3. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011.
13. J. L. Anderson, *Principles of Relativity Physics*, Nova Iorque: Academic Press Inc, 1967.
14. J. Foster, J. D. Nightingale, *A short course in General Relativity*, London: Longman, 1979.
15. K. Watari, *Mecânica Clássica*, Vol. 2, São Paulo: Editora Livraria da Física.
16. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë, *Quantum Mechanics*, Vol. 1, Paris: Hermann, 1977.
17. J. J. Sakurai, *Modern Quantum Mechanics*, Nova Iorque: Addison-Wesley Publishing Company, 1994.
18. K. Huang, *Statistical Mechanics*, Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1987.
19. K. Huang, *Introduction to Statistical Physics*, 2. ed. Nova Iorque: CRC Press, 2010.
20. R. K. Pathria, *Statistical Mechanics*, 2. ed. Elsevier, 1996.
21. I. S. Gradshteyn, I. M. Ryzhik, *Table of integrals, series, and products*, 7. ed. Burlington: Academic Press, 2007.
22. J. I. Kapusta, C. Gale, *Finite-Temperature Field Theory Principles and Applications*, 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
23. K. Oldham, J. Myland, J. Spanier, *An Atlas of Functions*, 2. ed. Nova Iorque: Springer, 2009.
24. G. B. Arfken, H. J. Weber, *Mathematical methods for physicists*, 6. ed. Burlington: Elsevier, 2005.
25. T. R. Cardoso, A. S. Castro, *The blackbody radiation in a D-dimensional universes*, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 4, p. 559-563, 2005.

26. P. T. Landsberg, A. De Vos, *The Stefan-Boltzmann constant in n-dimensional space*, J. Phys. A: Math. Gen., v. 22, p. 1073-1084, 1989.
27. V. J. Menon, D. C. Agrawal, *Comment on "The Stefan-Boltzmann constant in n-dimensional space"*, J. Phys. A: Math. Gen., v. 31, p. 1109-1110, 1989.
28. H. Alnes, F. Ravndal, I. K. Wehus, *Black-body radiation with extra dimension*, J. Phys. A: Math. Theor., v. 40, p. 14309-14316, 2007.
29. R. Lehoucq, *Illuminating the blackbody*, Eur. J. Phys., v. 32, p. 1495-1514, 2011.
30. H. E. Haber, H. A. Weldon, *Thermodynamics of an Ultrarelativistic Ideal Bose Gas*, Phys. Rev. Lett., v. 46, n. 23, p. 1497-1500, 1981.
31. R. Medina, E. S. Moreira Jr., *Thermal fluctuations of a quantized massive scalar field in a Rindler background*, Phys. Rev. D, v. 63, n. 12, p. 124022, 2001.
32. R. Eisberg, R. Resnick, *Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles*, 2.ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1985.
33. J. Torres-Hernández, *Photon mass and blackbody radiation*, Phys. Rev. A, v. 32, n. 1, p. 623-624, 1985.
34. M. A. Cavalcante, R. Haag, *Corpo negro e determinação experimental da constante de Planck*, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 3, p. 343-348, 2005.

TRANSFORMAÇÃO DE FOLDY-WOUTHUYSEN EXATA PARA A TEORIA DE DIRAC COM O CONJUNTO COMPLETO DE TERMOS QUE VIOLAM A SIMETRIA DE CPT-LORENTZ

Ribeiro B. J.¹, Gonçalves B.², Dias Jr, M. M.³

baltazarjonas@nepomuceno.cefetmg.br

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Nepomuceno- MG

^{2,3} Instituto Federal de Ciência Tecnologia e Educação do Sudeste de Minas, Campus de Juiz de Fora – Minas Gerais - MG

The exact Foldy-Wouthuysen transformation is performed in order to study the Dirac field interacting with many possible external fields associated with CPT- Lorentz violation. We also derived the calculation of equations of motion as well as the generalized Lorentz force corrected by the mentioned external fields. The main point is the interaction between the Dirac particle and the terms that have the multiplication of electromagnetic field and the terms that break CPT-Lorentz. Finally, with the transformed Hamiltonian we were able to write an expression for the bound state of the theory and analyze it in the atomic experiments context. This result is an analytical expression that gives the possibility of the weakness of CPT-Lorentz terms to be compensated by the presence of a strong magnetic field

Palavras-chave: Dirac equation, CPT-Lorentz violating terms, Exact Foldy-Wouthuysen transformation.

Referências

- [1] Kostelecky, A. and Russell, N.; Rev. Mod. Phys. **83**, 11 (2011); arXiv:0801.0287; Kostelecky, A.V. and Tasson, J.D.; Phys.Rev. **D83**, 016013 (2011), arXiv:1006.4106.
- [2] Kostelecky, V.A. and Russell, N.; Data Tables for Lorentz and CPT Violation, 2013 edition, arXiv:0801.0287v6.
- [3] Colladay, D. and Kostelecky, A.; Phys.Rev. **D55**, 6760 (1997); Phys.Rev. **D58**, 116002 (1998).
- [4] Scarpelli, A.P.B.; J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. **39**, 125001 (2012).
- [5] Casana, R.; Ferreira Jr, M.M.; Maluf, R.V. and Santos, F.E.P. dos; J. Physical Review **D86**, 125033 (2012).
- [6] Shapiro, I.L.; CPT and Lorentz Symmetry: Proceedings of the Sixth Meeting, 184-187 (2014), arXiv:1309.4190v1.
- [7] Bertolami, O.; Colladay, D.; Kostelecky, V.A.; and Potting, R.; Phys.Lett. **B395** 178, (1997), arXiv:hep-ph/9612437v1.
- [8] Russell, N.; Phys. Scr. **84**, 038101 (2011), arXiv:1109.0768v1.
- [9] Shapiro, I.L.; Phys. Repts. **357**, 113 (2002), arXiv:hep-th/0103093v1.
- [10] Kostelecky, V.A.; Phys. Rev. **D69**, 105009 (2004), arXiv:hep-th/0312310v2.
- [11] Datta, B.K.; Nuovo Cim. **6B**, 1-15; 16-28 (1971).
- [12] Audretsch, J.; Phys.Rev. **24D**, 1470 (1981).
- [13] Hayashi, K.; Progr. Theor. Phys. **64**, 866; 883 (1980).
- [14] Rumpf, H.; Gen. Relat. Grav. **10**, 509; 525; 647 (1979); **14**, 773 (1982).
- [15] Neto, T.P. and Shapiro, I.L.; Phys. Rev. **D89**, 104037 (2014), arXiv:1403.3152v1.
- [16] Sabbata, V. de; Pronin, P.I. and Sivaram, C.; Int. J. Theor. Phys. **30**, 1671 (1991).
- [17] Bagrov, V.G.; Buchbinder, I.L. and Shapiro, I.L.; Izv. VUZov, Fisica (in Russian. (English translation: Sov.J.Phys.) **35**, 5 (1992);
- [18] Ryder, L.H. and Shapiro, I.L.; Phys. Lett. **A245**, 21-26 (1998), arXiv:hep-th/9805138v1.
- [19] Jentschura, U.D. and Noble, J.H.; Phys. Rev. **A47**, 045402 (2014), arXiv:1312.3456v1.
- [20] Obukhov, Y.N.; Silenko, A.J. and Teryaev, O.V.; Phys. Rev. **D88**, 084014 (2013), arXiv:1308.4552v1.

- [21] Gon_calves, B.; Obukhov, Y.N. and Shapiro, I.L.; Phys. Rev. **D80**, 125034 (2009), arXiv:0908.0437v1.
- [22] Foldy, L.L. and Wouthuysen, S.; Phys. Rev. **58**, 29 (1950).
- [23] Case, K.M.; Phys. Rev. **95**, 1323 (1954).
- [24] Eriksen, E. and Kolsrud, M.; Nuovo Cim. Suppl. **18**, 1 (1960).
- [25] Nikitin, A.G.; J. Phys. A: Math. Gen. **A31**, 3297 (1998).
- [26] Oliveira, C.G. de and Tiomno, J.; Nuovo Cim. **24**, 672 (1962).
- [27] Obukhov, Y.N.; Phys. Rev. Lett. **86**, 192-195 (2001), arXiv:gr-qc/0012102v1.
- [28] Silenko, A.J. and Teryaev, O.V.; Phys. Rev. **D71**, 064016 (2005), arXiv:gr-qc/0407015v3; **D76**, 061101 (2007), arXiv:gr-qc/0612103v2; Obukhov, Y.N.; Silenko, A.J. and Teryaev, O.V.; Phys. Rev. **D80**, 064044 (2009), arXiv:0907.4367v2.
- [29] Kostelecky, V.A. and Samuel, S.; Phys. Rev. **D39**, 683 (1989); Kostelecky, A. and Potting, R.; Phys. Rev. **D63**, 046007 (2001), arXiv:hep-th/0008252v2.
- [30] Jackiw, R. and Kostelecky, A.; Phys. Rev. Lett. **82**, 3572-3575 (1999), arXiv:hep-ph/9901358v1.
- [31] Bjorken, J.D. and Drell, S.D.; *Relativistic Quantum Mechanics*, (Mac-Graw Hill, San Francisco, 1964).
- [32] Buchbinder, I.L. and Shapiro, I.L.; Phys. Lett. **B151**, 263-266 (1985).
- [33] Kostelecky, V.A. and Samuel, S.; Phys. Rev. Lett. **63**, 224 (1989); Phys. Rev. Lett. **66**, 1811 (1991); Phys. Rev. **D39**, 683 (1989); Phys. Rev. **D40**, 1886 (1989).
- [34] Kostelecky, V.A. and Potting, R.; Nucl. Phys. **B359**, 545 (1991); Phys. Lett. **B381**, 89-96 (1996), arXiv:hep-th/9605088v1; Kostelecky, V.A.; Perry, M. and Potting, R.; Phys. Rev. Lett. **84**, 4541-4544 (2000), arXiv:hep-th/9912243v1.
- [35] Colladay, D. and Kostelecky, V.A.; Phys. Rev. **D55**, 6760-6774 (1997), arXiv:hep-ph/9703464v1; Phys. Rev. **D58**, 116002 (1998), arXiv:hep-ph/9809521v1.
- [36] Bluhm, R.; Kostelecky, V.A. and Russell, N.; Phys. Rev. Lett. **79**, 1432-1435 (1997), arXiv:hep-ph/9707364v1; Phys. Rev. **D57**, 3932-3943 (1998), arXiv:hep-ph/9809543v1.
- [37] Kostelecky, V.A. and Lane, C.D.; Phys. Rev. **D60**, 116010 (1999), arXiv:hep-ph/9908504v1.
- [38] Bluhm, R.; Kostelecky, V.A. and Russell, N.; Phys. Rev. Lett. **82**, 2254-2257 (1999), arXiv:hep-ph/9810269v1.
- [39] Bluhm, R. and Kostelecky, V.A.; Phys. Rev. Lett. **84**, 1381-1384 (2000), arXiv:hep-ph/9912542v1.
- [40] Bluhm, R.; Kostelecky, V.A. and Lane, C.D.; Phys. Rev. Lett. **84**, 1098-1101 (2000), arXiv:hep-ph/9912451v1.
- [41] Kostelecky, A. and Russell, N.; Rev. Mod. Phys **83**, 11 (2011), arXiv:0801.0287v7.
- [42] Kostelecky, A. and Mewes, M.; Astrophys. J. Lett. **689**, L1-L4 (2008), arXiv:0809.2846v2.
- [43] Colladay, D.; AIP Conference Proceedings Vol. **1560**, 137 (American Institute of Physics, St. Petersburg, 2012), arXiv:1208.3474v1.
- [44] Tino, G.M. and Vetrano, F.; Class. Quantum Grav. **24**, 2167 (2007).

A FÍSICA E O RÁDIO

Márcio Fernandes Santana da Costa¹, Arísia Bardelim Nascimento²

¹ Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais/Graduando em Licenciatura em Física/Escola Estadual Almirante Barroso, marcio.fscosta@hotmail.com

² Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais/Graduanda em Licenciatura em Física/Escola Estadual Almirante Barroso /Escola, e-mail

Resumo:

O rádio é um projeto que foi desenvolvido com alunos do terceiro ano ensino médio de uma escola pública com o intuito de contextualizar os conteúdos aprendidos sobre ondas mecânicas frisando ondas eletromagnéticas com o cotidiano, estabelecendo assim uma correlação entre a teoria e prática a fim de solidificar o aprendizado do aluno sobre o conteúdo.

O objetivo de se utilizar o rádio como instrumento didático se deve ao fato de que o mesmo possui todo um contexto social e cultural como meio de comunicação e entretenimento há várias décadas pela população. A construção do rádio feito principalmente a partir do mineral galena (sulfeto de chumbo) ou diodo de germânico como foi o utilizado nesse trabalho é feita de maneira simples e artesanal possibilitando que os alunos através da estrutura dos conceitos apresentados possam desenvolver o interesse pela construção do seu próprio rádio de galena e a partir da confecção do rádio que atrai a atenção dos alunos por não necessitar de pilhas ou baterias para seu funcionamento uma vez que a energia para seu funcionamento é assegurada pelas ondas eletromagnéticas do rádio, que são captadas por receptores elétricos simples (antenas) proporcionar condições para que o aluno questione sobre a Física que se encontra presente no rádio de galena.

CONSTRUÇÃO DE UMA METODOLOGIA COMO AUXÍLIO NO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON PARA PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

Julio Cezar de Oliveira¹, Paola Lorraine Gomes da Conceição², Millena Bastos Mendonça³, Roney Dias Narciso Gabriel⁴, Ana Carla Lhamas Duarte⁵

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física/juliocezaroliveira@ice.ufjf.br

² Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física/lalolaps21@hotmail.com

³ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física/mmendonca20@gmail.com

⁴ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física/roneygabriel@yahoo.com.br

⁵ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física/duarte.anacarla@yahoo.com.br

Resumo

É de grande interesse, que este projeto seja aplicado em cima das concepções de aprendizagem significativa de Ausubel. O Objetivo deste projeto é a elaboração de um manual para futuros professores de física, com o intuito de criar novas alternativas para o ensino das leis de Newton contrapondo as tradicionais aulas “quadro e giz” com exposição massiva do conteúdo e sem conexão dos conceitos teóricos com a realidade dos alunos. Nós bolsistas, em reuniões semanais com o orientador e supervisor do projeto, elaboramos atividades a serem desenvolvidas em sala de aula. Essa elaboração se dá baseada no estudo do livro “Ciências Físicas nos ensinamentos Fundamental e Médio”, a fim de compreender a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e incorporá-la ao modelo de ensino proposto. As aulas começam sempre com a aplicação de um questionário que elaboramos sobre o conteúdo a ser passado. Em uma aula seguinte realizamos uma roda de discussões. Nessas discussões, respondemos questão por questão do questionário, sempre dando exemplos práticos e da vida cotidiana de todos sobre determinado assunto. Isso nos possibilita conhecer previamente as idéias dos alunos sobre o conteúdo e em cima dessas ideias deles montamos as aulas teóricas, onde aos poucos vamos utilizando os exemplos do pré-teste para explicar de forma mais científica. Após essa atividade ser executada, encerramos o assunto com uma experiência, onde os alunos, na prática, podem verificar o que foi explicado teoricamente. Após as experiências os alunos fazem um relatório da mesma em um caderno disponibilizado apenas para o projeto. Esta experiência nos possibilitou alguns registros de informações fundamentais a respeito do ensino de Física para alunos do ensino médio.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Manual; Material Didático.

Referências

PELLIZZARI, Adriana et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

DOS SANTOS, Júlio César Furtado. O DESAFIO DE PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Construção do conhecimento e ensino de ciências. *Aberto*, v. 11, n. 55, p. 17-22, 1992.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos. *Investigações em ensino de ciências*, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO COMO FERRAMENTAS NO ENSINO DE FÍSICA

José Roberto Tagliati¹, Deborah S. Franco², Fábio S. Costa³, Pablo Rafael O. Carlos⁴
tagliati@fisica.ufjf.br

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/ Departamento de Física

² Universidade Federal de Juiz de Fora/ Departamento de Física

³ Universidade Federal de Juiz de Fora/ Departamento de Física

⁴ Universidade Federal de Juiz de Fora/ Departamento de Física

Resumo

O projeto Física e Cidadania é desenvolvido no Departamento de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), fazendo parte do Programa de Extensão da UFJF. Trata-se de uma fonte de transmissão de conhecimento digital, que tem como objetivo transmitir informações confiáveis e embasadas sobre experimentos e curiosidades de vários conceitos físicos de uma forma que possa ser entendido por todos de maneira fácil e interativa, buscando atrair o interesse da população para o conhecimento científico. O projeto faz uso de um dos recursos da Tecnologia da Informação (TI), tecnologia esta que pode ser definida como um conjunto de todas as atividades e soluções providas por recursos computacionais.

O uso das Tecnologias da Informação como meio de disseminação de conhecimento vem aumentando consideravelmente com o passar dos anos, por trazer inúmeros recursos audiovisuais que facilitam a comunicação bem como o entendimento dos conceitos tratados. A inovação tecnológica atinge grande parte da população, trazendo muitas mudanças às formas de trabalho e também ao processo educacional.

O objetivo do projeto é motivar a sociedade em geral, para a importância e beleza da Ciência, em particular da Física, trazendo curiosidades sobre o mundo em que vivemos, através de textos informativos, leitura da História da Ciência, vídeos, experiências, entre outros. Procuramos mostrar no site “Física e Cidadania” uma maneira diferente de inclusão no mundo da ciência e da tecnologia, nos desprendendo do formalismo, sem deixar de lado o conteúdo. Mostrando ao leitor que a ciência está mais próxima do que se imagina.

Palavras-chave: Conhecimento Científico, Física no Cotidiano, Tecnologias da Informação.

Referências

Coll, César; Monereo, Carles. Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. Artmed, 2010.

Rangel, Flaminio de Oliveira, Santos, Leonardo Sioufi Fagundes dos, Ribeiro, Carlos Eduardo. ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR TECNOLOGIAS DIGITAIS DE

INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A LITERACIA CIENTÍFICA. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 651-677, set. 2012.

Souza, Pedro Alexandre Lopes de, Oliveira, Geiziane Silva, Benite, Claudio R. Machado, Benite, Anna M. Canavarro. ESTUDOS SOBRE A AÇÃO MEDIADA NO ENSINO DE FÍSICA EM AMBIENTE VIRTUAL. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 420-447, set. 2012.

Paula, Helder Figueiredo, Talim, Sergio Luiz. USO COORDENADO DE AMBIENTES VIRTUAIS E OUTROS RECURSOS MEDIACIONAIS NO ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 614-650, set. 2012.

Silveira, Fernando Lang da. Física para todos : perguntas e respostas / Fernando Lang da Silveira. – Ijuí : Ed. Unijuí, 2012. – 256 p. – v. 2.

Axt, Rolando. Física para todos : exposição interativa de experimentos de física : momentos de cultura e lazer para todas as idades / Rolando Axt, Helio Bonadimann. – Ijuí : Ed. Unijuí, 2009. – 128 p. : il.

Luiz O. Q. Peduzzi, André Ferrer P. Martins e Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino / (Org.). – Natal: EDUFRN, 2012.

Silva, Nelson Canzian da. LABORATÓRIO VIRTUAL DE FÍSICA MODERNA: ATENUAÇÃO DA RADIAÇÃO PELA MATÉRIA. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. 3: 1206 p. 1206-1231, dez. 2012.

Macêdo, Josué Antunes de, Pedroso, Luciano Soares, Voelzke, Marcos Rincon, Araújo, Mauro Sérgio Teixeira de. Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 31, n. 1, p. 167-197, abr. 2014.

ENSINO DE FÍSICA MODERNA E SUAS APLICAÇÕES

NASCIMENTO, A. B.¹, ACACIO, A.¹,

arisiabardelim@gmail.com

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora/Departamento de Educação e Ciências

Resumo

Este trabalho apresenta a introdução de física moderna para alunos do último ano do ensino médio de escola pública. O tema que tem como objetivo contextualizar a física moderna com o cotidiano afim de que o aluno possa compreender de uma forma mais ampla os conceitos físicos das tecnologias que os cercam, visando a importância de correlacionar o ensino teórico com a compreensão e aplicação dos conceitos no dia a dia. Ao explorar as diversas áreas de aplicação da física moderna como, por exemplo, na medicina onde podemos abordar tópicos como a ressonância magnética e tomografia; na telecomunicação onde podemos ressaltar a utilização e funcionamento de aparelhos como rádio, televisão e o celular; na computação (componentes como microprocessadores e processadores quânticos); na fotografia e Cinematografia (sequências de fotografias de objetos em movimento que deram origem ao cinema), pretende-se despertar no aluno a percepção de um novo olhar sobre a física. Uma vez que a física é vista pelos estudantes, em sua maioria, como uma área de difícil compreensão e que os conhecimentos físicos adquiridos estão distantes da realidade do cidadão, utilizar o ensino de física moderna como estratégia para consolidar os ensinamentos físicos aprendidos possibilitando que os alunos passem a enxergar a física como uma área de conhecimento muito interessante quando se consegue estabelecer uma relação entre as teorias e a realidade.

Palavras-chave: Física moderna, ensino de física, aplicações da física

Referências

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

PIETROCOLA, M., NOBUKO, U, BROCKINGTON.G, SOUSA,B,W, Módulo VI Física Moderna e Contemporânea.

GRAF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Física. Edusp, Vol.3. São Paulo, 1993.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa física moderna e contemporânea no ensino médio. Investigações em Ensino de Ciências, v. 5, n. 1, mar. 2001.

OSTERMANN, F.,CAVALCANTI, C.J.H. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e

interações fundamentais, **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.8,n.3,p.267-286,dez.1999

PIETROCOLA, M., Atualização dos currículos de física no ensino médio de escolas estaduais: a transposição das teorias modernas e contemporâneas para a sala de aula, FEUSP, FaPESP, processo nº2003/0146-3 (não publicado) 2003.

PIETROCOLA, M., NEHRING, C., SILVA, C., TRINDADE, J., LEITE, R. PINHEIRO, T., As Ilhas de Racionalidade e o Saber Significativo: O Ensino de Ciências através de Projetos. Ensaio – Pesq. Educ. Ciên. Belo Horizonte. Vol. 2, No 1, 99-122, 2000.

O MODELO DO ÁTOMO DE BOHR E SUA IMPORTÂNCIA NO ENSINO DE FÍSICA.

ACACIO, A¹, NASCIMENTO, B. A.¹

anderson-fisica@hotmail.com

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora/Departamento de Educação e Ciências

Resumo

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio enfatizam ser essencial fazer com que o aluno compreenda a ciência como uma construção de uma longa atividade humana e entenda a maneira como esta se desenvolve. Sendo necessária a inserção de uma Física visando à formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade. Nesse sentido, a apresentação dos conteúdos pelos livros didáticos e sua abordagem em sala de aula deve ensinar ao estudante uma visão adequada da natureza da ciência e da atividade científica. Ao se tratar do Modelo do Átomo de Bohr, os estudantes, em sua maioria, questionam: se o átomo de Bohr mal explica o átomo de hidrogênio, por que falamos dele até hoje? Baseada nesse questionamento, este trabalho tem como objetivo inserir o estudo do modelo do átomo de Bohr em turmas de 3º ano do ensino médio citando suas grandes contribuições. O modelo do átomo de Bohr, fundamentado na teoria dos quanta e sustentado experimentalmente com base na espectroscopia, trouxe a ideia de quantização, pela primeira vez, como uma propriedade intrínseca da matéria, não apenas da radiação (como eram o corpo negro e o efeito fotoelétrico); citou pela primeira vez, a ideia de estados estacionários (no caso, as órbitas), até hoje um dos postulados da Mecânica Quântica; explicou e deduziu a constante de Rydberg, sendo, na verdade, esse o grande motivo pelo qual mereceu a atenção dos físicos da época. Diante dessa abordagem espera-se que o aluno possa compreender como se deu a evolução dos modelos atômicos e compreender a grande contribuição da Teoria de Bohr para nova a Mecânica Quântica.

Palavras-chave: Modelo de Bohr, Ensino de Física.

Referências

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

PIETROCOLA, M., NOBUKO, U, BROCKINGTON.G, SOUSA,B,W, Módulo VI Física Moderna e Contemporânea.

BOHR, N. **Sobre a constituição de átomos e moléculas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.

ROSENFELD, L. Introdução. In: BOHR, N. **Sobre a constituição de átomos e moléculas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.

LAKATOS, I. **Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica**. Lisboa: Edições 70, 1999.

BROCKINGTON, G. *A realidade escondida: a dualidade onda partícula para estudantes do ensino médio*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

M.F. Rezende Jr. *Fenômenos e a Introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa física moderna e contemporânea no ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 1, mar. 2001.

OSTERMANN, F.,CAVALCANTI, C.J.H. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais, **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.8,n.3,p.267-286,dez.1999

PIETROCOLA, M., Atualização dos currículos de física no ensino médio de escolas estaduais: a transposição das teorias modernas e contemporâneas para a sala de aula, FEUSP, FaPESP, processo n°2003/0146-3 (não publicado) 2003.

Arial 12, espaço depois 6 pt. Alinhamento à esquerda)

Devem ser escritas seguindo o padrão ABNT.

Uma descrição sucinta das normas a partir de exemplos pode ser obtida no endereço:

POPULARIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: FÍSICA E REALIDADE

Carlos, Pablo Rafael de Oliveira¹ Tagliati, José Roberto²,
pablorafael_1990@hotmail.com

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física

² Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física

Resumo

Palavras-chave: Conhecimento Científico, Física no Cotidiano, Tecnologias da Informação.

As dificuldades que a Física apresenta em relação à aprendizagem na escola necessitam ser trabalhadas numa perspectiva mais ligada à realidade do cotidiano das pessoas. Faz-se necessário então um quadro de ações que possibilitem desmistificar a natureza dura e muitas vezes sem significado que a Física parece oferecer para grande parte dos estudantes. Portanto, são desenvolvidas ações e disponibilizados aportes que permitem perceber o quanto os conhecimentos científicos, em particular aqueles ligados à Física, estão próximos do cotidiano das pessoas, buscando assim aproximar a sociedade dessa ciência muito importante para o desenvolvimento do País. Nesse sentido, as Tecnologias da Informação se mostram uma ótima ferramenta para atingir tal objetivo, e, com isso, apresentamos o site www.ufjf.br/fisicaecidadania, que utilizamos para publicar periodicamente conteúdos relacionados à Física, de uma forma que possa ser entendido por todos de maneira fácil e interativa, buscando atrair o interesse da população para o conhecimento científico. Além disso, buscamos ofertar aos professores ferramentas que lhe ajudarão no desenvolvimento de atividades pedagógicas visando facilitar a compreensão da Física. Além disso, apresentamos argumentos com o intuito de mostrar a importância dos conhecimentos da ciência para a vida em sociedade. Disponibilizamos também para visitas em escolas, com realização de palestras e oficinas interativas desenvolvendo experimentos que visam atrair a atenção dos alunos, e dessa forma motivar os estudantes a se interessarem mais em aprender Física.

Referências

Coll, César; Monereo, Carles. Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. Artmed, 2010.

Rangel, Flaminio de Oliveira, Santos, Leonardo Sioufi Fagundes dos, Ribeiro, Carlos Eduardo. ENSINO DE FÍSICA MEDIADO POR TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A LITERACIA CIENTÍFICA. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 651-677, set. 2012.

Souza, Pedro Alexandre Lopes de, Oliveira, Geiziane Silva, Benite, Claudio R. Machado, Benite, Anna M. Canavarro. ESTUDOS SOBRE A AÇÃO MEDIADA NO ENSINO DE FÍSICA EM AMBIENTE VIRTUAL. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 420-447, set. 2012.

Paula, Helder Figueiredo, Talim, Sergio Luiz. USO COORDENADO DE AMBIENTES VIRTUAIS E OUTROS RECURSOS MEDIACIONAIS NO ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 614-650, set. 2012.

Silveira, Fernando Lang da. Física para todos : perguntas e respostas / Fernando Lang da Silveira. – Ijuí : Ed. Unijuí, 2012. – 256 p. – v. 2.

Axt, Rolando. Física para todos : exposição interativa de experimentos de física : momentos de cultura e lazer para todas as idades / Rolando Axt, Helio Bonadimann. – Ijuí : Ed. Unijuí, 2009. – 128 p. : il.

Luiz O. Q. Peduzzi, André Ferrer P. Martins e Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino / (Org.). – Natal: EDUFRN, 2012.

Silva, Nelson Canzian da. LABORATÓRIO VIRTUAL DE FÍSICA MODERNA: ATENUAÇÃO DA RADIAÇÃO PELA MATÉRIA. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. 3: 1206 p. 1206-1231, dez. 2012.

Macêdo, Josué Antunes de, Pedroso, Luciano Soares, Voelzke, Marcos Rincon, Araújo, Mauro Sérgio Teixeira de. Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 31, n. 1, p. 167-197, abr. 2014.

EQUAÇÃO DE FRIEDMANN ATRAVÉS DO FORMALISMO NEWTONIANO

Joaquim, J. G.¹, Santos, A. F.¹

jarme@fisica.ufmt.br

¹ Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)/Instituto de Física

Cosmologia é a ciência que tenta entender o universo como um todo, para isso procura através de modelos descrever, prever e recordar fenômenos vinculados às estruturas do universo. Contudo, se tomarmos o sistema com toda sua generalidade teremos facilmente um problema intratável, mesmo com todo formalismo desenvolvido em prol dessa área. No começo eram as Leis de Newton que forneciam as melhores explicações para os fenômenos da mecânica e da gravitação. No entanto, essa predominância prevaleceu até a tentativa de aplicação das equações de movimento a sistemas no limite de altas velocidades. A partir desse ponto, necessitou-se de alguns acréscimos na teoria Newtoniana. É nesse momento, que aparece a Teoria da Relatividade, que permitiu uma generalização dos resultados gravitacionais. Inevitavelmente com esse ganho, perdeu-se a simplicidade do cálculo. Caracterizando uma inversão cronológica, pois somente após a formulação da Relatividade Milne e McCrea tentaram obter os resultados gerais relativístico com uso do formalismo de Newton. Com esse objetivo, este trabalho mostrar que é possível desenvolver um modelo cosmológico homogêneo e isotrópico a partir da teoria Newtoniana elementar da gravitação. Através de argumentos bem simples, para o caso discreto pode-se construir uma base para obtenção da equação diferencial cosmológica algebricamente idêntica a equação obtida através das ideias relativísticas. Mostra também, que se pode através de simples generalização do caso discreto obter um cenário para o caso contínuo que chega à mesma solução. E tem ainda, um desenvolvimento alternativo considerando as equações básicas da hidrodinâmica e a equação de Poisson que permite mais uma vez encontrar a equação de Friedmann.

Palavras-chave: Cosmologia, Friedmann, Newton.

Referências

- FABRIS, J. C.; VELTEN, H. E. S. Cosmologia neo-newtoniana: um passo intermediário em direção à relatividade geral. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 4, p. 4302-1 – 4302-2, 2012.
- RIBEIRO, M. B.; COSMOLOGIA NEWTONIANA. *Boletim da SAB*, v. 14, n. 2, p. 34 – 63, 1994.
- MUNSON, B. R.; YOUNG, D. F.; OKIISHI, T. H. Fundamentos da Mecânica dos Fluidos. São Paulo: Blucher, 2004. 572p.
- VIEIRA, R. C. C. Atlas de Mecânica dos Fluidos – Fluidodinamica. São Paulo: Blucher.

APRESENTAÇÃO DO PET-FÍSICA E DO LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DO IF SUDESTE MG – CAMPUS JUIZ DE FORA

JÚNIOR, M.M.D.¹, GONÇALVES, B.¹, FRANÇA, S.L.¹, PAULA, K.A.M.R.¹,
CORDEIRO, V.R.L.¹, DIAS, U.R.F.¹, ARAÚJO, R.K.¹

mardiasjr@yahoo.com.br

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora / Departamento de Educação e Ciências

Resumo

O PET-Física do Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora foi idealizado e criado em dezembro de 2010. Ele é um programa do Governo Federal com recursos do MEC/FNDE que visa atuar dentro da tríade que interliga as áreas de Ensino, Pesquisa e Extensão. O grupo possui número de registro no INPI do “Quando Didático AC” e outros protótipos inovadores. Há também artigos científicos relacionados aos âmbitos do PET publicados em Revistas Indexadas, como a Revista Brasileira de Ensino de Física, e outros submetidos. É um projeto de extensão denominado “PET-Física vai à Escola” que visita escolas do entorno do Instituto tentando integrar teoria e sociedade através de palestras dinâmicas. Atualmente, o PET-Física trabalha em colaboração com o novo Laboratório de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica do IF Sudeste MG - JF. O Laboratório, que está em fase final de implementação, possui diversos tipos de equipamentos e maquinários que possibilitam o trabalho com diferentes materiais. A infraestrutura do mesmo possui torno de bancada para trabalho com materiais metálicos e ferrosos; fonte programável; osciloscópios; Arduinos (plataformas de prototipagem eletrônica que tornam a robótica mais acessível a todos); ferramentas mecânicas em geral; furadeira de bancada; perfilômetro óptico sem contato para a obtenção de medidas automáticas e caracterização de materiais com alta precisão, chegando a nanômetros (nm); fresa CNC que realiza usinagem de peças complexas utilizando comandos computadorizados; impressora 3D de baixa definição que trabalha com três cores ao mesmo tempo e uma prototipadora (impressora 3D de alta definição). O grupo PET-Física trabalha por demandas e em contato direto com empresas e outros grupos de pesquisas, buscando integrar as diferentes áreas do conhecimento (Física, Engenharia, Informática, Eletrônica, ...) de forma harmônica e produtiva, e procurando gerar assim, produtos inovadores.

Palavras-chave: PET-Física, Laboratório de Desenvolvimento e Inovação, Inovação Tecnológica

Referências

1. Ministério da Educação (MEC). Apresentação – PET. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12223&Itemid=480> . Acesso em 10 agosto 2014.

ESTUDO DOS PARÂMETROS DE EMISSÃO LASER DE VIDROS FOSFATOS DOPADOS COM ÍONS YB³⁺

Freitas, A. M.¹, Silva, G. H.¹, Bell, M. J. V.¹, Anjos, V.C.¹, Carmo, A. P.² Pinheiro, A.S.³, Dantas, N. O.³

alysson.miranda@fisica.ufjf.br

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Física, Laboratório de Espectroscopia de Materiais

² Instituto Federal Fluminense – Campus Cabo Frio

³ Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia, Laboratório de Novos Materiais Isolantes e Semicondutores

Materiais vítreos dopados com íons terras raras têm sido amplamente utilizados no desenvolvimento de dispositivos fotônicos devido às suas propriedades termo-ópticas [1]. Particularmente, vidros fosfatos dopados com íons Yb³⁺ apresentam uma estrutura de níveis de energia relativamente simples comparada a outros sistemas vítreos, o que torna viável sua aplicação em lasers de alta potência. Neste trabalho, foi desenvolvido um vidro fosfato PZABP de composição nominal 60P₂O₅ . 15ZnO . 5Al₂O₃ . 10BaO . 10PbO (mol%) dopado com Yb₂O₃ em várias concentrações (wt %). Suas propriedades ópticas foram determinadas através das técnicas de Absorção Óptica, Fotoluminescência e Fotoluminescência Resolvida no Tempo. Os espectros de absorção e luminescência demonstraram que a matriz PZABP possui uma larga janela óptica e aceita grandes concentrações de dopantes, o que torna flexível a escolha do comprimento de onda de bombeio do meio ativo e aumenta a intensidade de emissão do laser. Não foram observados a formação de *clusters* de Yb³⁺ e efeitos de luminescência cooperativa, o que confere uma alta eficiência quântica ao material. Os parâmetros de emissão laser, como o ganho mínimo do laser, a saturação da intensidade de bombeamento e a mínima intensidade de bombeamento absorvida, foram estudados. Os valores estimados foram comparáveis aos de outras matrizes vítreas conhecidas, mostrando que a matriz PZABP é uma alternativa atraente para aplicações em lasers de alta potência [2]. Este trabalho foi financiado pelas agências brasileiras FAPEMIG, CAPES e CNPq.

Palavras-chave: Luminescência, Parâmetros de Emissão Laser, Vidros Fosfatos, Íons Terras Raras

Referências:

[1] Carmo AP, Bell MJV, Anjos V, Almeida R, Silva DM, Kassab LRP. Thermo-optical properties of tellurite glasses doped with Eu³⁺ and Au nanoparticles. J Phys D: Appl Phys 2009; 42 155404

[2] AP Silva, AM Freitas, GH Silva, MJV Bell, VC Anjos, AP Carmo, NO Dantas. Laser performance parameters of Yb³⁺ doped UV-transparent phosphate glasses. Chem Phys Lett. 2014; 592: 164 – 169

APERFEIÇOAMENTO DA TÉCNICA BASEADA EM MEDIDAS DE ULTRASSOM PARA ANÁLISES EM LEITE

NASCIMENTO, G. A. C.¹; CARVALHO, E. A.³; NASCIMENTO, W.W.G.² ;
GONÇALVES, B.¹

gabi_aida@yahoo.com.br

¹ Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, IF Sudeste MG - Campus Juiz de Fora / Departamento de Educação e Ciências - Programa de Educação Tutorial da Física (PET FÍSICA).

² Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares/ Departamento de Farmácia.

³ Instituto Federal do Sudeste de Minas - Campus São João Del Rei / Núcleo de Educação.

O leite é um importante alimento, mas a sua composição pode variar devido a fatores como espécie, raça, estações do ano, doenças, período de lactação, fraudes e adulterações. O controle sistemático da composição do leite é importante já que algumas pessoas possuem intolerância a alguns de seus constituintes. Com o intuito de solucionar esse fato é que procuramos desenvolver um aparelho que possa detectar as quantidades de alguns componentes existentes dentro do mesmo e descobrir se tais amostras estão de acordo com a Instrução Normativa nº 51 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. A ideia é aperfeiçoar métodos com a utilização do sensor ultrassônico HC-SR04 ligado ao arduino. O emissor e o receptor são separados por uma distância de 0,2 m e possuem entre eles um recipiente para o depósito da amostra. Com a criação de um banco de dados das curvas características da velocidade do som em diferentes meios, que possuem quantidades predeterminadas de gorduras, proteínas, entre outras, é possível caracterizar o leite. Estabelecemos uma curva padrão e por comparação se chega à análise avaliando os constituintes presentes. Essa nova tecnologia é de grande proveito para os produtores pecuaristas que desejam determinar, em tempo imediato, a qualidade do leite e, além disso, dispensa a utilização de grandes volumes e reagentes químicos. Com estudos prolongados desejamos que esse projeto seja útil não somente à parametrização do leite, mas também às outras misturas homogêneas.

Palavras-chave: leite, qualidade do leite, sensor ultrassônico HC-SR04.

Referências:

- 1- Ponsano¹, E.H.G.; Perri¹, S.H.V.; Madureira², F.C.P.; Paulino¹, R.Z.; Camossi¹, L.G. Correlação entre métodos tradicionais e espectroscopia de ultra-som na determinação de características físico-químicas do leite. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.59, n.4, p.1052-1057, 2007.
- 2- Villamiel, M.; Jong, P. Influence of High-Intensity Ultrasound and Heat Treatment in Continuous Flow on Fat, Proteins, and Native Enzymes of Milk. J. Agric. Food Chem., 2000, 48 (2), pp 472–478.
- 3- QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Leite N° 6, NOVEMBRO 1997.

- 4- INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 51, DE 18 DE SETEMBRO DE 2002.
- 5- INSTITUTO NEWTON C. BRAGA. Como funcionam os sensores ultrassônicos (ART 691).
- 6- Pinto, A.T.; Zanela, M.B.; Ribeiro, M.E.R.; Fernandez, V.N.V.; Santos, J.O.S. Correlação entre os métodos de infravermelho e o ultrassom na determinação da composição química do leite das vacas do concurso leiteiro da Expointer. Acta Scientiae Veterinariae. 36 (3) : 273 – 276, 2008.

ANÁLISE DE RESÍDUOS DE FÁRMACOS VETERINÁRIOS EM LEITES POR ESPECROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO

LUIZ, L.C¹, BELL, M.J.V¹ e ANJOS, V¹

mrleandroluiz@hotmail.com

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)/Departamento de Física

Resumo

O leite é um dos alimentos mais consumido pelos seres humanos, ele esta presente em nossas vidas desde o nascimento. Devido ao seu importante valor nutricional, o leite é consumido principalmente por crianças e idosos. Na composição do leite podem-se encontrar diversos componentes, tais como: proteínas, vitaminas, gordura, carboidratos e sais minerais. Em 2007, a Polícia Federal realizou uma operação que apontou um gigantesco esquema de fraudes em leites comercializados, constatou-se ainda que 1/3 do leite consumido no Brasil não passava por fiscalização. Muitas são as adulterações, acréscimo de água, soda cáustica, cloreto de sódio, entre outros. No entanto, ainda há outro problema, o da contaminação do leite por fármacos veterinários, como por exemplo, antimicrobianos e anti-inflamatórios. Estes fármacos podem alterar a qualidade do leite, se o mesmo for extraído dentro do período de carência, podendo causar danos à saúde do consumidor ou então prejuízos para a produção de derivados do leite. Atualmente, com o desenvolvimento tecnológico há muitas técnicas de análise multielementar que permitem estudar os componentes químicos de determinadas amostras, inclusive de maneira não destrutiva e com equipamentos portáteis. O presente trabalho tem como objetivo utilizar a técnica de Espectroscopia no Infravermelho Próximo com Transformada de Fourier FT-NIR para detectar a presença de resíduos de determinados fármacos veterinários em leites. Para isto, simulou-se adulteração no leite com 3 fármacos distintos variando de 1% a 50% o percentual de cada fármaco no leite. O resultado foi positivo mostrando que o sistema FT-NIR pôde detectar os resíduos dos fármacos estudados dentro dos percentuais simulados.

Palavras-chave: Leite. Fármaco. Antimicrobiano. Infravermelho.

Referências

ANVISA, Qualidade do leite: Anvisa apresenta programa em todos Estados, 2008. Disponível em 16 de janeiro de 2014 no link:

<http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2008/130608.htm>

BRASIL, Ministério da Saúde. ANVISA. Programa de análise de resíduos de Drogas Veterinárias em Alimentos. Brasília: 2001a.

BRITO, M. A. V. P e LANGE, C. C., Resíduos de antibióticos no leite, Comunicado Técnico 44, Embrapa, Juiz de Fora, Dezembro de 2005.

COSTA, E. O. Uso de antimicrobianos na mastite. In: SPINOSA, H.S. *et al. Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2002, p. 442-455.

MALUF, R.S e RIBEIRO, A.B., Resíduos de Antibióticos em Leite, SaBios: Revista de Saúde e Biologia, v7, n1, p.30-44, 2012

MENDES, T. O., Espectroscopia FT-MIR e calibração multivariada para determinação simultânea dos teores de gordura, proteínas e lactose e adulterações por adição de água em amostras de leite, dissertação, UFJF, 2011.

MITCHELL, J. M., GRIFFITHS, M.W., MCEWEN, S. A., MCNAB, W. B and YEE, A.J., Antimicrobial drug residues in milk and meat: causes, concerns, prevalence, regulations, tests, and test performance. *Journal Food Prot.* v.61, n.6, p.742-756, 1998.

NASCIMENTO, G. G. F., MAESTRO, V e CAMPOS, M. S. P., Ocorrência de resíduos de antibióticos no leite comercializado em Piracicaba, SP. *Rev. Nutr., Campinas*, 14(2), p. 119-124, 2001.

NASCIMENTO, W. W. G., OLIVEIRA, M. A. L., FURTADO, M. A. M., ANJOS, V. C. e BELL, M. J. V., Development and Optimization of an Alternative Methodology for Detection of Milk Adulteration by Water, *Journal of Food Science and Engineering*, 3, p. 363-370, 2013.

PACHECO-SILVA, E., SOUZA, J. R e CALDAS E, D., Resíduos de Medicamentos Veterinários em Leite e Ovos. *Química Nova*, vol 37, nº1, 111-122, 2014,

SIVAKESAVA, S, IRUDAYARA, J. Rapid Determination of Tetracycline in Milk by FT-MIR and FT-NIR Spectroscopy, *Journal of Dairy Science*, v.85, Issue 3, p. 487-49, 2002.

ZHANG, Y. D., ZHENG, N., HAN, R. W., ZHENG, B. Q., YU, Z. N., LI, S. L., ZHEG, S. S. Occurrence of tetracyclines, sulfonamides, sulfamethazine and Quinolones in Pasteurized Milk and UHT milk in China's market. *Food Control* 36, p. 238 – 242, 2014.

CARACTERIZAÇÃO ÓPTICA DE VIDROS PZABP DOPADOS COM YB³⁺ E NANOCRISTAIS DE ZNTE

Falci, R.F.¹, Bell, M.J.V.¹, Anjos, V.¹, Dantas, N.O.²

rodrigoferreirafalci@yahoo.com.br

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/Departamento de Física

² Universidade Federal de Uberlândia/Instituto de Física

Resumo

O objetivo deste trabalho é investigar as interações entre esses sistemas e seu possível potencial em aplicações tecnológicas. Os sistemas vítreos estudados são fosfatos dopados com íons de itérbio. As matrizes vítreas foram produzidas pelo Prof. Dr. Noelio O. Dantas no Laboratório de Novos Materiais Isolantes e Semicondutores (LNMIS), localizado na Universidade Federal de Uberlândia. Foram produzidos dois conjuntos de amostras com a composição da matriz hospedeiras (matriz vítrea) de $60\text{P}_2\text{O}_5 + 15\text{ZnO} + 5\text{Al}_2\text{O}_3 + 10\text{BaO} + 10\text{PbO} + [x\text{Yb}_2\text{O}_3](\text{mol}\%)$. Em um conjunto a dopagem de itérbio varia de 0% até 10% com acréscimo de 1% para cada amostra. No outro conjunto a dopagem de itérbio de 0% até 5% de itérbio com adição de 1% de Te. A mistura foi fundida a 1300°C por 30 minutos e então resfriadas até 350°C . Dois grupos de nanocristais foram obtidos no processo de difusão dos íons de Zn^{2+} e Te^{2-} durante o resfriamento. A caracterização dos dois conjuntos foi feita utilizando-se as técnicas de luminescência, absorção óptica e luminescência resolvida no tempo com foco na transição em 980 nm do itérbio. Nas análises de dados foi utilizada a Teoria de Fuchtbauer-Ladenburg para encontrar a taxa de transição radiativa, necessária a fim de se obter a eficiência quântica da transição. Os resultados obtidos mostram a transferência de energia entre os nanocristais de ZnTe e os íons de itérbio, tendo um aumento significativo (da ordem de 500%) na intensidade de luminescência deste.

Os autores gostariam de agradecer às agências de fomento CNPq, Capes e Fapemig, pelo apoio financeiro.

Palavras-chave: itérbio, nanocristais, ZnTe, luminescência, vidros fosfatos.

Bibliografia:

- [1] O. Malta, P. Santa-Cruz, G. de S_a, and F. Auzel. Fluorescence enhancement induced by the presence of small silver particles in Eu^{3+} doped materials. *Journal of Luminescence*, 33:261, 272, 1985.
- [2] D. E. McCumber. Einstein relations connecting broadband emission and absorption spectra. *Physical Review*, 136:A954, 1964.
- [3] Zhenxing Fu Erkang Wang Yu Lei Yu Tuan Min Cui Hairong Zheng, Dangli Gao. Fluorescence enhancement of Ln^{3+} doped nanoparticles. *Journal of Luminescence*, 131:423,428, 2010.
- [4] R. N. Bhargava. Doped nanocrystalline materials - physics and applications. *Journal of Luminescence*, 70:85, 94, 1996.

ESTUDO VIA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DA FORMAÇÃO DE SKYRMIONS EM NANODISCOS E NANOFIOS MAGNÉTICOS

J.H. Silva¹, D. Toscano¹, F. Sato¹, S.A. Leonel¹,

jhsilva37@yahoo.com.br

¹ UFJF/Departamento de Física, Laboratório de Simulação Computacional

Resumo

Nos últimos anos, o estudo do comportamento da magnetização em materiais magnéticos vem sendo destaque nas publicações atuais, pela aplicações em tecnológicas da informação. No presente trabalho apresentamos uma configuração magnética dos spins em materiais magnéticos conhecida como skyrmions magnéticos. Devido à possibilidade do skyrmion apresentar uma textura topológica em forma de vórtice, estes podem ser os possíveis substitutos dos dispositivos de armazenamento magnéticos usados hoje. Para que os skyrmions sejam utilizados para fins de armazenamento, é preciso conhecer em detalhe o comportamento do Skyrmion em varias situações. Neste trabalho, queremos propor utilizando simulação computacional, a possibilidade de obter a configuração de skyrmion em nanodiscos e nanofios magnéticos. Para desenvolver este trabalho simulamos nanodiscos modificando o diâmetro (175nm, 200nm, 225 nm, 250 nm, 275nm, 300nm, 325nm e 350nm) e nanofios modificando o comprimento, a largura e anisotropia, todos com 10 nm de espessura. Os skyrmions magnéticos são modelados por momentos magnéticos com dipolo - dipolo, interações de troca e anisotropia do material. Nosso objetivo é entender como as parcelas de cada energia contribui para a formação de skyrmions no estado fundamental. Nosso resultado mostra que existe formação de Skymion em nanodisco e nanofios para algumas configurações que será apresentado em um diagrama de fase. Outras possíveis continuações desse trabalho está na aplicação de campo magnético e corrente elétrica para estudar o movimento do Skyrmion.

ESTUDO DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS, TÉRMICAS E ESTRUTURAIS DE VIDROS BOROSSILICATOS DOPADOS COM ÉRBBIO E PRATA

Faraco, T.A.¹; Souza, L.C.¹; Da Costa, Z.M.¹; De Castro, D.G.¹; Oliveira, V.H.¹;
Dores, D.R.S.A.¹; Rotmeister, D.¹; Rocha, V.¹

thales_faraco@hotmail.com

¹Universidade Federal de Juiz de Fora/ Departamento de Física

Resumo

Os vidros borossilicatos são materiais tecnologicamente importantes, apresentam interessantes propriedades químicas e físicas, sendo muito resistentes às altas temperaturas devido ao seu baixo coeficiente de dilatação, alta temperatura de transição vítrea (T_g) e janela de transmissão óptica para a faixa de comprimentos de onda que vai do ultravioleta ao infravermelho. Estes vidros dopados com érbio e nanopartículas metálicas (Ag) têm sido amplamente utilizados como meio ativo para laser de estado sólido e na fabricação de fibras ópticas. Neste trabalho, foram produzidos vidros borossilicatos apresentando composição especial (pela técnica de fusão/resfriamento à 1450 °C durante 4 horas em um forno elétrico) dopado com érbio ou prata. O tamanho das nanopartículas de prata em direção à superfície durante o tratamento térmico foi monitorado em um intervalo de 100 a 500 °C. A intensidade da banda de absorção do *plasmon* de superfície aumenta com o crescente aumento do tempo e/ou da temperatura de tratamento térmico. Os resultados mostram que a prata na superfície aumenta gradualmente e se torna o estado dominante durante o tratamento térmico. À procura de aplicações relevantes, as amostras foram investigadas por meio de suas propriedades térmicas, ópticas e estruturais. Então, elas foram submetidas às técnicas de caracterização, tais como Densidade (método de Arquimedes), Índice de Refração Linear, Absorção Óptica, Análise Térmica Diferencial (*DTA*), e Microscopia Eletrônica de Transmissão.

Palavras-chave: Vidros Borossilicatos, Tratamento Térmico, Nanopartículas de Prata, Íons de Érbio.

Nanotubos (6,6) em Solução Aquosa: Um Estudo Teórico.

Ludwig V.¹, Ludwig Z. M.², de Paula R. R.³

ludwig.valdemir@gmail.com

^{1,2} Universidade Federal de Juiz de Fora / Departamento de Física

³ Universidade Federal de São João del Rei / Departamento de Física e Matemática

Resumo

Os nanotubos de carbono (CNTs) foram observados pela primeira vez por Iijima [1], em 1991, e desde então têm recebido muita atenção devido às suas propriedades físicas exclusivas[2,3]. Em diversas das suas importantes aplicações, os CNTs somente apresentam suas propriedades únicas se estiverem em uma dispersão altamente homogênea [4]. No entanto, CNTs são pouco solúveis na maioria dos solventes. Devido à forte atração de van der Waals, eles exibem uma tendência a se agregarem e formarem grandes agregados de difícil dispersão.

O presente trabalho é um estudo teórico sobre a interação do moléculas de água e um nanotubo de carbono monocamada e de comprimento finito (6,6). Foram analisadas a estrutura e a energia de interação do nanotubo e as moléculas de água. Interação do nanotubo (6,6) com moléculas de água complexos é considerada em fase gasosa e em fase líquida. Em nossas simulações seis água moléculas foram encontrados no interior do nanotubo. O confinamento das moléculas no interior do tubo leva a formação de pontes de hidrogênio e uma estrutura de moléculas ligadas em linha é obtida. As propriedades no meio líquido foram descritos por médias ao longo de diferentes configurações geradas por meio da simulação. A distância média foi calculada em cada nova configuração e após 40 configurações, a média da distância converge para 1.76Å. O valor médio para a energia de interação converge para aproximadamente -80 kcal/mol. Este valor inclui também as interações com as moléculas de água fora do nanotubo.

Este trabalho foi financiado pela Fapemig e CNPq.

Palavras-chave: Nanotubos, simulação, água.

Referências

[1] Iijima, S, Nature 1991, 354,56.

[2] Baughman, R. H.; Zakhidov, A. A.; de Heer, W. A.; Science 2002, 297,787.

[3] Sahoo, N. G.; Rana, S.; Cho, J. W.; Li, L.; Chan, S. H.; Prog. Polym. Sci. 2010, 35, 837.

[4] Lisunova, M. O.; Lebovka, N. I.; Melezhyk, O. V.; Boiko, Y. P.; *J. Colloid Interface Sci.* 2006,299,740.

ESTUDO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR NO AMBIENTE ACADÊMICO: CONFORTO TÉRMICO.

OLIVEIRA, S¹.

professor.samuel@yahoo.com.br

¹ Centro Universitário de Formiga/Departamento de Engenharia

Resumo

As condições de conforto térmico estão associadas ao bem estar e a comodidade que um determinado ambiente proporciona ao indivíduo. Há algumas variáveis que influenciam diretamente nas condições de conforto, podendo elas apresentar-se como sendo de natureza ambiental ou de natureza pessoal. A sensação de conforto em um determinado ambiente está interligado a fatores térmicos, acústicos, visuais e ergonômicos, sendo um dos objetivos do estudo do conforto térmico estabelecer condições ideais a fim de manter o corpo em equilíbrio com o ambiente em que se encontra, tentando assim a satisfação de um maior número de pessoas presente no local de estudo. Os fenômenos da transferência de calor desempenham um papel importante em muitos problemas cotidianos e de meio ambiente, sendo essa transmissão dada por convecção, condução e radiação, ainda que a convecção irá depender do transporte mecânico de massa e também a evaporação se enquadra nos mecanismos de trocas térmicas do corpo humano com o ambiente. Para verificar o grau de condições de conforto térmico deve-se dispor de índices que servirão para fazer as devidas análises, sendo eles: índice de situação térmica, voto médio estimado e IBUTG. Para isso foi utilizado o índice IBUTG para qualificar as reais condições térmicas e identificar a condição de conforto térmico que está interligada ao bem estar em uma sala de aula localizada no centro oeste mineiro, levando em consideração que o desconforto reduz o desempenho humano intervindo nas atividades intelectuais, manuais e perceptivas. Perante os resultados obtidos, verifica-se que no ambiente escolhido não há risco de sobrecarga térmica, estando os resultados dentro dos limites de tolerância, oferecendo boas condições, portanto oferecendo conforto térmico.

Palavras-chave: transferência de calor, IBUTG, conforto térmico.

Referências

- ASHRAE Standard 55. 2004. **Thermal Environment Conditions for Human Occupancy**. Atlanta, 2004.
- FANGER, P. O. **Thermal Comfort: Analysis and Application in Environmental Engineering**. Copenhagen, 1970. 244 p.
- FROTA, A.B; SCHIFFER, S.R. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- RUAS, A. C. **Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho**. 1. Ed. São Paulo: Ministério do Trabalho, 1999. 94 p.
- LAMBERTS, R; XAVIER, A.P. **Conforto Térmico e Stress Térmico**. Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LABEEE. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

FORMAÇÃO DE RADICAIS OXIGENADOS DURANTE A ESFOLIAÇÃO QUÍMICA DE GRAFENO POR EFEITO DA PRESENÇA DO ION SULFATO ($[\text{SO}_4]^{-2}$)

J. P. A. Mendonça¹, A. H. Lima¹, G. M. A. Junqueira¹, C. Legnani¹, W. G. Quirino¹, F. Sato¹

jp_alastus@hotmail.com

¹ Dep. de Física, Instituto de Ciências Exatas – UFJF, Minas Gerais, Brasil

Resumo

Grafeno nada mais é que uma forma cristalina e bidimensional [1] na qual átomos de carbono podem se arranjar de maneira estável. Recentemente, este material tem sido alvo de diversos grupos de pesquisa devido às suas excelentes propriedades físicas e pelo fato de que sua superfície e as bordas podem ser quimicamente modificados com uma certa facilidade, haja visto que o grafeno ideal só tem uma camada. Um dos principais questões em aberto no que diz respeito ao grafeno é o desenvolvimento de um método para sua produção que apresente alta qualidade (folhas mono-camada e com poucos defeitos estruturais), grande área superficial e em grande escala. Tal método é a chave para o avanço das pesquisas nesse material e em suas aplicações industriais e mercadológicas [2].

A esfoliação química de grafite em meio líquido tem se mostrado um método valioso na produção de grandes amostras de grafeno, com qualidades elevadas e em grandes quantidades. Um grande número de líquidos e reagentes têm sido utilizados como meio de esfoliação e cada combinação dos mesmos apresentam uma eficiência particular [3,4]. Sendo assim, se torna essencial entender como cada reagente na solução interage com o grafite e com as folhas de grafeno em suspensão.

Nesse trabalho, apresentaremos mais detalhes de uma das possíveis rotas para esfoliação de grafeno, baseada na sua oxidação e em seguida na sua redução. Em seguida, focaremos em um reagente em particular, muito utilizado nesse tipo de esfoliação: O Ácido Sulfúrico [H_2SO_4] [5]. Mostraremos, via otimização e dinâmica molecular com potencial semi-empírico (AM1, via GAMESS [6]), como o íon sulfato interage com a folha e qual o seu papel na formação de radicais oxigenados como a hidroxila e a ponte epóxi. Também indicaremos como um experimental poderia averiguar se cada um dos processos que citaremos estão ocorrendo no experimento [7].

Palavras-chave: AM1, Sulfato, Exfoliação de Grafeno

Referências

- [1] ASHCROFT, N. W., MERMIN, N. D., *Solid State Physics*. Saunders: Saunders College, 1976
- [2] GEIM, A. K., NOVOSELOV, K. S., *Nature Materials*. **6**, (2007) 183-191
- [3] DU, W., JIANG, X., ZHU, L., *J. Mater. Chem. A*. **1**, (2013) 10592
- [4] WANG, S.J., GENG, Y., ZHENG, Q., KIM, J. K., *Carbon*. **48**, (2010) 1815-1823
- [5] GENG, Y., WANG, S. J., KIM, J. K., *Journal of Colloid and Interface Science*. **339**, (2009) 592-598
- [6] M.W.SCHMIDT, K.K.BALDRIDGE, J.A.BOATZ, S.T.ELBERT, M.S.GORDON, J.H.JENSEN, S.KOSEKI, N.MATSUNAGA, K.A.NGUYEN, S.J.SU, T.L.WINDUS, M.DUPUIS, J.A.MONTGOMERY. *J. Comput. Chem.* **14**, 1347-1363 (1993)
- [7] VOGEL, I. A., *Análise Química Quantitativa*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2002 (6ª ed.)

Método simples para obtenção de grafeno, através de dissociação de camadas do grafite.

Leonardo M. Guedes, Alessandro H. Lima, Cristiano Legnani, Welber G. Quirino

leomguedess@gmail.com

Universidade Federal de Juiz De Fora – Departamento de Física

O grafeno é uma das formas cristalinas do carbono com hibridação sp^2 . O grafeno tem potencial para ser aplicado na produção de filmes finos resistentes, com excelentes propriedades eletrônicas e praticamente transparente, tornando-os ótimos candidatos à substituição de eletrodos tradicionais utilizados em dispositivos optoeletrônicos. O grafeno pode ser produzido por vários métodos, tais como, crescimento epitaxial, esfoliação mecânica ou química do grafite, entre outras. Neste trabalho, procuramos um método simples para obtenção de folhas de grafeno baseado na esfoliação química do grafite. Propomos então a reprodução de métodos que usam NMP (N-metil-2-pirrolidona) como solvente para tratar o grafite em flocos e através de processos de ultrassom e centrifugação obter a quebra e dissociação do grafite em grafeno. Resultados preliminares demonstram que o NMP é um solvente estável e apropriado para obtenção do grafeno em solução. A partir da solução obtida fizemos a deposição de filmes sobre substratos de Si/SiO₂ pelo método de dropcasting e secagem em placa de aquecimento. Foram também testadas outras formas de deposição como a de spin coating. Após o processo de dropcasting as amostras foram caracterizadas por espectroscopia RAMAN, usando a linha de laser 532 nm com intuito de avaliar a qualidade do grafeno produzido. Os primeiros resultados mostram que esta metodologia é promissora na obtenção do grafeno em solução, porém, novos ensaios ainda serão necessários no sentido de aperfeiçoar o método de deposição do filme, pois a solução ainda não cobre o substrato de forma regular.

Palavras-chave: Grafeno, NMP, grafite, flake

Referências:

Facile synthesis of few-layer graphene by mild solvent thermal

(Joanna Su Yuin Chia, Michelle T.T. Tan, Poi SimKhiew, Jit Kai Chin, Hingwah Lee, D.C.S. Bien, AunShih Teh, Chiu Wee Siong)

Facile preparation of graphene sheets from synthetic graphite

(Xiaobo Fu, Xueli Song, Yuanming Zhang)

A Technique To Pretreat Graphite Which Allows the Rapid Dispersion of Defect-Free Graphene in Solvents at High Concentration

(Sebastian Barwich, Umar Khan, and Jonathan N. Coleman)

ANÁLISE MULTIELEMENTAR DE CHÁS PARA FINS FITOTERÁPICOS DE USO MAIS COMUNS

LUIZ, L.C^{1,3}, BATISTA, R.T², BARBOSA, N.C.T³, DEMARQUE, D.D.M³, MONTEIRO, J³
e FREITAS, R.P⁴

mrleandroluiz@hotmail.com

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Departamento de Física

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Instituto de Física

³ Faculdade Bezerra de Araújo (FABA/RJ), Faculdade de Farmácia

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)

Resumo

A população tem total acesso às ervas medicinais, tanto em lojas especializadas quanto em mercados populares, feiras, shoppings, etc. Em 2012, Younes, R publicou na Revista Rede Câncer uma pesquisa realizada, na qual 3 mil pacientes oncológicos foram entrevistados para saber quantos utilizavam chás, ervas e florais na busca pela cura da doença. Younes viu que quase metade dos pacientes procura e usa algum tratamento não convencional durante a evolução do câncer e que 48% dos entrevistados usam pelo menos um outro tipo de terapia paralelamente a quimioterapia. É comum o uso de ervas indiscriminadamente, porém perigoso, pois muitas pessoas não sabem sua composição e se os elementos que ali se encontram podem interagir ou anular efeitos de fármacos industrializados. Visto que hoje se tem este acesso e muitas ervas não apresentam estudos científicos sobre sua composição e eficiência, este trabalho tem como objetivo analisar qualitativamente, por meio de Espectroscopia por Energia Dispersiva (EDS) acoplada a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), os elementos encontrados em um grupo de medicamentos fitoterápicos (camomila, erva cidreira, chá-preto, chá-verde e boldo) comercializados em uma região do Rio de Janeiro. Tal preocupação se deve ao fato da população ter livre acesso a estas ervas e que as mesmas podem conter substâncias, que em determinada quantidade pode afetar o metabolismo e a fisiologia do usuário. Em seguida será feito um levantamento dos componentes, ali existentes, com possíveis patologias, interação medicamentosa e reações quando administrado em pacientes susceptíveis a estes componentes e/ou com outro fármaco.

Palavras-chave: Fitoterápico, Espectroscopia e Medicina,

Referências

ANVISA. Resolução RDC nº 17 de 24 de fevereiro de 2000. Aprova o Regulamento técnico visando normatizar o registro de medicamentos fitoterápicos junto ao sistema de vigilância sanitária. Diário Oficial da União 25 Fev 2000; Seção 1:25.

Barbosa A. S., Sousa, E. G., Silva, M. A., Oliveira, H.S.M.C e Medeiros, M. B., Plantas Medicinais: Aspectos do Uso de Fitoterápicos na Melhoria da Qualidade de Vida Humana, X Encontro de Iniciação Científica, UFPB.

- Bortoleto, G.G., Desenvolvimento de Métodos Analíticos usando Espectrometria de Raios X e Quimiometria, São Paulo: UNICAMP, 2007 (Tese de Doutorado).
- Bratman S., Guia prático de medicina alternativa: Uma avaliação realista dos métodos alternativos de cura, Rio de Janeiro, Campus, 1998.
- Clemente, P. S. J., Plantas Medicinais: Usos Populares Tradicionais, Inst. Anchietano de Pesq/UNISINOS, 2010.
- França I. S. X., Souza, J. A., Baptista, R. S. e Britto, V. R. S., Medicina Popular: benefícios e malefícios das plantas medicinais, Rev Bras Enferm, Brasília, 61(2), p. 201-208, 2008.
- Figueiredo Lima, J. J., Plantas e Dor. Contributo para o Estudo Etnoantropológico do Tratamento da Dor, DOR (18), p.5-19, 2010.
- Marlière L. D. P., Ribeiro, A. Q., Brandão, M. G. L Klein, C. H. e Acurcio, F. A., Utilização de fitoterápicos por idosos: resultado de um inquérito domiciliar em Belo Horizonte, Brasil, Rev Brasileira de Farmacognosia, 18(supl), p. 754-760, 2008.
- Melo, J. G., Martins, J. D. G. R, Amorim, E. L. C. e Albuquerque, U. P., Qualidade de Produtos a base de plantas medicinais comercializados no Brasil: Castanha-da-índia (*Aesculus hippocastanum* L.), capim-limão (*Cymbopogon Citratus* (D.C) Stapf) e centela (*Centella asiatica* (L.) Urban), Acta bot. Brás. 21(1): 27-36, 2007.
- Monego, M. A., Goma da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) para uso como hidrocolóide na industria alimentícia.(Dissertação). UFSM, Rio Grande do Sul, 2009.
- Secchi, P. e Virtuoso, S., O Efeito da Valeriana no Tratamento da Insônia, Visão acadêmica, v13, n.1, Curitiba, p.85-107, 2012.
- Silva, S. R. S, Oliveira, T. T e Nagem, T. J., Uso do chá preto (*Camellia sinensis*) no controle do diabetes mellitus, Ver Cienc Farm Básica Apl., 31 (3), 133-142, 2010.
- Simon, D., O guia Decepar Chora de Ervas: 40 receitas naturais para uma saúde perfeita. Rio de janeiro, Campus, 2001.
- RC/INCA, Revista Rede Câncer/INCA, Tratamentos alternativos: mitos e verdades (Social). (20) Dezembro de 2012.

OTIMIZAÇÃO DE FILMES FINOS DE PEDOT:PSS PARA UTILIZAÇÃO EM OLEDs

M. Miccolis, A.H Lima, W.G Quirino e C. Legnani
miccolis@outlook.com

Grupo de Nanociências e Nanotecnologia, Departamento de Física, Universidade Federal de Juiz de Fora

Resumo

O PEDOT:PSS (Poly(3,4-ethylenedioxythiophene):Polystyrene sulfonate) vem sendo estudado como substituinte da camada de ITO (Indium tin oxide) como contato elétrico em OLEDs (diodos orgânicos emissores de luz), devido ao segundo ser obtido a partir de um material escasso e, portanto, mais caro. Há também o fator dos filmes de ITO possuírem alto índice de refração e baixa flexibilidade, limitando a criação de dispositivos de melhor qualidade que sejam também flexíveis.

O PEDOT:PSS é um sal macromolecular formado por dois polímeros de cargas contrárias, resultando em um polímero que pode ser utilizado para diversos fins na Eletrônica Orgânica, por formar filmes finos transparentes na região do visível do espectro eletromagnético, condutores e com alta ductilidade.

O objetivo deste trabalho é otimizar as características elétricas e ópticas dos filmes finos de PEDOT:PSS produzidos pela técnica de spincoating (cobertura por rotação), a fim de se obter filmes com baixa resistividade e alta transmitância no visível. Além disso, os filmes serão caracterizados por espectroscopia RAMAN, com o objetivo de entender sua estrutura química.

Alguns dos resultados a serem apresentados são baseadas em filmes finos com espessura de 65 nm, como resistividade de $10^{-1} \Omega\text{cm}$ e transmitância acima de 85% no espectro visível, características estas obtidas com a deposição de 150 μL de PEDOT:PSS em substrato de vidro com uma área de 6,25 cm^2 , rotacionados a 500 rpm por 15 s e depois a 5000 rpm por 60 s, com um tratamento térmico final em placa aquecedora a 200 °C. Os filmes otimizados serão utilizados como camadas condutoras de eletricidade em OLEDs.

Palavras Chave: OLEDs, PEDOT:PSS, Filmes Finos

Referências:

- [1] Yue-Feng Liu, Jing Feng, Yi-Fan Zhang, Hai-Feng Cui, Da Yin, Yan-Gang Bi, Jun-Feng Song, Qi-Dai Chen, Hong-Bo Sun. Improved efficiency of indium-tin-oxide-free flexible organic light-emitting devices, *Organic Electronics*, v. 15, n. 2, p. 478-483, fev. 2014.
- [2] Darren J. Lipomi, Jennifer A. Lee, Michael Vosgueritchian, Benjamin C.-K. Tee, John A. Bolander and Zhenan Bao. Electronic Properties of Transparent Conductive

Films of PEDOT:PSS on Stretchable Substrates, *Chemistry of Materials*, v. 24, n. 2, p. 373-382, jan.2012.

VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA E EQUIPAMENTO PORTÁTIL BASEADO EM MEDIDAS DE ULTRA-SOM PARA ANÁLISES EM LEITE

SATHLER, A. A¹; GAEDE, R.P.S.¹; BELL, M.J.V.¹; ANJOS, V.C. dos.¹; NASCIMENTO, W.W.G.².

anasathler_@hotmail.com

¹ UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA campus avançado GOVERNADOR VALADARES

²UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA CAMPUS JUIZ DE FORA

Uma nova metodologia baseada em medidas de ultra-som vem sendo empregada pela indústria para o controle de qualidade do leite e detecção de possíveis fraudes. Medidas das propriedades ultrassônicas da amostra, tais como velocidade ultrassônica, coeficiente de atenuação, impedância ultrassônica podem ser usadas para determinar a composição química dos produtos lácteos e calcular o índice crioscópico. Em princípio, faz uso do fato de que a velocidade das ondas de ultra-som aumentam com sólidos dissolvidos na água quando se compara com a água pura, pode ser diretamente correlacionado com os sólidos totais para uma dada temperatura. Por outro lado, a gordura irá produzir o efeito oposto. A velocidade do som irá decrescer tanto quanto o teor de gordura aumentar. Existem alguns equipamentos comercializados no Brasil para análises em leites pela indústria utilizando-se de medidas de ultra-som. Tratam-se de analisadores de leite ultrassônicos portáteis, Um deles é comercializado pela a empresa Cap-Lab com o nome de Ekomilk. Outro é comercializado pela empresa Akso com o nome de Master Mini. Avaliou-se a eficiência da metodologia proposta, baseada em medidas de ultra-som, e dos equipamentos Ekomilk e Master Mini, em ambientes reais, inseridos na rotina das indústrias de laticínios e das propriedades rurais, da região de Juiz de Fora e de Governador Valadares, objetivando validar e certificar o equipamento e a técnica, a partir de comparações com os métodos oficiais, especialmente a crioscopia. Baseando-se nos resultados conclui-se que a técnica de ultra-som é apropriada para ser usada no controle de qualidade do leite e quantificação de constituinte, entretanto, necessita de pequenas adequações que serão discutida ao decorrer do estudo.

Palavras-chave: Leite, controle de qualidade, ultra-som, Ekomilk, Master Mini.

Referências

McCLEMENTS, D. J. Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. *Trend foods Sci. Technol.* V.6, n.9, p.293-299, 1995.

POOVEY, M. J. W.; MASON, T. J. *Ultrasound in food processing.* New York. Blackie Academic Professional. 1998. 282p.

AWAD, T. S.; Application of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: A review. *Food Research International.* 48 (2012) 410-427.

VENTUROSO, R. C.; ALMEIDA, K. E.; RODRIGUES, A.M.; DAMIN M. R.; OLIVEIRA, M. N. Determinação da composição físico-química de produtos lácteos: estudo exploratório de comparação dos resultados obtidos por metodologia oficial e por ultra-som. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas.* Vol 43, n. 4, out/dez., 2007.

EKOMILK. Analisador de leite ultrassônico. Disponível em <<http://www.caplab.com.br/catalogoDetalhes.asp?cod=63#.U0yF8PldU9A> > Acesso em: 14 abril de 2014.

MASTER MINI. Analisador de leite ultrassônico. Disponível em <<http://www.akso.com.br/produtos/laboratorio/master-mini---analisador-de-leite-43> > Acesso em: 14 abril de 2014.

III WORKSHOP DA PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

Departamento de Física – ICE – UFJF

15 a 18 de setembro de 2014



5 — Apoio

