



**“Relatividade Geral e as Fronteiras do Conhecimento”**

Toda a forma de matéria e energia é afetada pela gravitação. Essa característica bastante distintiva da gravitação é peça fundamental da Teoria da Relatividade Geral (RG), descoberta por Einstein em 1915. Na RG os efeitos gravitacionais são descritos em termos de uma teoria para o próprio espaço-tempo, onde vivem todas as partículas elementares conhecidas ou (ainda) “desconhecidas”.

Na RG, a gravitação passa a ter um status bastante diferente daquele possuindo pelas interações fundamentais atualmente conhecidas (eletro-fracas e fortes). Apenas em casos especiais, quando a [métrica do espaço-tempo](#) pode ser aproximada pela métrica plana de [Minkowski](#) adicionada a uma pequena flutuação, que se comporta como um campo tensorial, a RG pode ser descrita como uma teoria de um campo tensorial (campo do gráviton) no espaço plano. Com essa abordagem mostrou-se a impossibilidade de quantizar o campo do gráviton, como é feito, por exemplo, no caso dos campos do fóton (eletrodinâmica) ou dos glúons (interações fortes). Essa abordagem não permite [renormalizar](#) a RG.

A universalidade da RG a torna o arcabouço para se estudar o Universo como um todo (cosmologia). Mas é claro que para que possamos dar crédito a essa “teoria de tudo”, devemos verificar se o que é previsto é de fato precisamente observado. No caso da RG, as previsões são muito variadas e surpreendentes. Note que, como mencionado no parágrafo anterior, não estamos falando de simples previsões de uma teoria de campos; estamos falando de previsões para o comportamento do espaço-tempo. É nesse sentido que a RG é uma “teoria de tudo”. Essa foi uma ideia realmente revolucionária que, juntamente com a Mecânica Quântica, constitui a base do conhecimento científico até os dias de hoje.

Quais são então os testes conhecidos até o presente que poderiam ter refutado da RG? Recentemente o site da [Discover Magazine](#) publicou uma lista com [seis testes](#): (1) precessão de periélios planetários; (2) desvio da luz por corpos massivos (a luz segue uma geodésica no espaço curvado pelo corpo massivo); (3) variação de frequências (ver destaque do [Bifusp 38/2014](#)); (4) atraso relativístico da luz ([Efeito Shapiro](#)); (5) princípio de equivalência (todas as partículas seguem a mesma geodésica); (6) [arrasto do espaço-tempo](#) (a rotação de um corpo massivo arrasta o “gelatinoso” espaço-tempo). Os testes experimentais mais recentes, assim como aplicações tecnológicas tais como o [GPS](#), só puderam ser realizados com o desenvolvimento de tecnologias avançadas (algumas dessas tecnologias empregam conceitos da Mecânica Quântica), as quais seriam impensáveis logo após a formulação da RG em 1915. Todas essas observações estão de acordo com as previsões da RG, dentro dos limites dos erros experimentais.

Mas talvez o aspecto mais importante da RG é que, devido a sua universalidade intrínseca, ela pode ser utilizada como ferramenta para avançar nosso conhecimento de maneira sem precedentes. Sem o conhecimento que temos sobre a gravitação, não teríamos sido capazes de descobrir a existência de um novo tipo de partícula cuja dinâmica (lagrangiana) ainda está para ser determinada (matéria escura; ver [Bifusp 33/2014](#)). Além disso, quando aplicada na escala cosmológica, a teoria também prevê que o espaço-tempo do Universo conhecido está expandindo

B

I

F

U

S

P

aceleradamente. Isso levou à hipótese da existência de uma forma de energia cujas propriedades talvez tenham consequências nos fundamentos da [Teoria Quântica de Campos](#), que descreve a dinâmica das partículas elementares (energia escura; ver [Bifusp 05/2015](#)).

Em particular, mapas de galáxias são extremamente importantes por permitir uma medida direta da geometria do espaço-tempo através das chamadas [Oscilações Acústicas de Bárions](#) (BAOs), que nos dão uma régua-padrão. Grandes levantamentos de galáxias que se utilizam de telescópios óticos, como o [Sloan Digital Sky Survey](#), que revolucionaram o nosso entendimento sobre o universo, já estão sendo superados por outros mais recentes, em andamento, entre eles o [Dark Energy Survey](#) (com participação do Prof. Marcos Lima, do IF) e o [J-PAS](#) (com participação dos Profs. Elcio Abdalla e Raul Abramo, do IF). Além dos mapas de galáxias, resultado de grandes colaborações internacionais, o Hidrogênio distribuído pelo universo também pode ser detectado por meio de radiotelescópios, através da linha de emissão de 21 cm. O [Square Kilometer Array](#) (SKA) planejado para a próxima década, é um projeto bilionário que visa mapear o Universo através de observações de rádio. A colaboração em torno do projeto [BINGO](#) (da qual participam diversos países, e que tem entre os seus membros os Profs. do IF Elcio Abdalla, Raul Abramo e Marcos Lima), está propondo a observação da linha de 21 cm com um radiotelescópio a ser construído no Uruguai. Esses levantamentos permitirão o mapeamento das BAOs, podendo assim revelar aspectos ainda desconhecidos da natureza do setor escuro do universo.

Outras fontes de informação sobre o Universo são os [neutrinos](#) e as [ondas gravitacionais](#). No caso destas últimas, há vários [experimentos](#) em atividade, em particular um em São Paulo, que visa observar as alterações de forma em uma esfera resfriada a baixíssimas temperaturas devido a correções na geometria do espaço-tempo provocadas por ondas gravitacionais vindas do espaço exterior ([Mario Schenberg Gravitational Wave Detector](#))

A ideia de que existe uma teoria do espaço-tempo tem sido uma poderosa ferramenta de exploração das fronteiras do conhecimento. A [Teoria da Relatividade Geral de Einstein](#), que está completando 100 anos, se mantém até o presente como a única alternativa viável. Como é usual na ciência, no dia em que descobriremos que a RG está errada (como toda boa teoria científica), teremos descoberto [uma teoria ainda mais surpreendente](#).

Agradecemos a colaboração dos Profs. Elcio Abdalla e Raul Abramo, especialmente no que se refere aos projetos mais recentes da área de cosmologia, dos quais participam.

---

## COLÓQUIO

### “High-throughput materials discovery and development: using your own computer to search for novel materials”

Marco B. Nardelli, University of North Texas

21 de maio, quinta-feira, Auditório Abrahão de Moraes, IFUSP, 16h

**Entrada franca - Transmissão via [www.iptv.usp.br](http://www.iptv.usp.br)**

Enviar perguntas para: [coloquio@if.usp.br](mailto:coloquio@if.usp.br)

As perguntas poderão ser enviadas antes e durante a palestra.

Molecular biologists can nowadays design complex biosystems that are able to perform novel specialized biological functions. This tremendous progress is based on a revolution in sequencing techniques that was driven (1) by the high-throughput strategies to identify the genome of living organisms and (2) by methodologies that enable to map the genetic information onto specific functionalities. This revolution in biological techniques is paralleled in materials science by (1) the advent of high-throughput data generation frameworks that exploit innovative hardware architectures and massive supercomputing resources combined with (2) the progress toward computational data-processing methodologies that empower scientists to distill the complex interactions at the origin of specific materials properties. In this talk I will discuss our efforts towards the mapping the materials genome by building on the synergy between the massively parallel infrastructures of density functional theory codes and the high-throughput framework AFLOW, used to create AFLOWLIB.ORG, our on-line distributed materials genome properties repository. I will show a few examples (topological insulators, half-metallic oxides, magnets and binary/ternary phase diagrams) to highlight the challenges and potential breakthrough that only such comprehensive approach can achieve.

---

---

## **COLÓQUIO DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA MATEMÁTICA**

### **“The moment of truth for neutralino Dark Matter?”**

Dra. Maria Eugenia Cabrera, IFUSP  
19 de maio, terça-feira, Sala Jayme Tiomno, às 11h

Gravitational effects from astronomical observations, such as anomalous rotation curves of galaxies and gravitational lensing, suggest the existence of non-luminous Matter (Dark Matter) which is also necessary to explain the large scale structure formation of the Universe. To identify the nature of Dark Matter and its possible connection with physics beyond the Standard Model is one of the most interesting open problems in high energy physics. Amongst the many Dark Matter candidates proposed, weakly interacting massive particles (WIMPs) are the most studied because one can naturally obtain the correct relic density for weak scale interaction and masses. In particular the neutralino, one of the favorite Dark Matter candidates in Supersymmetric scenarios, has become over the years a prototypical example of WIMPs. In this colloquium I will summarize the status of the neutralino as Dark Matter candidate in the framework of the Minimal Supersymmetric Standard Model, and comment on the possibility to test this hypothesis with current and next generation experiments.

---

---

## **SEMINÁRIO DO GRUPO DE HÁDRONS E FÍSICA TEÓRICA (GRHAFITE) - FEP**

### **“Fenomenologia de Jatos, estudo da topologia de jatos para aplicação em medidas experimentais”**

Prof. Dr. Jun Takahashi, Instituto de Física Gleb Wataghin, Departamento de Raios Cósmicos e Cronologia, Grupo de Física Hadrônica - UNICAMP  
19 de maio, terça-feira, Ed. Principal, Ala 2, Sala 335, IFUSP, às 17h

**Resumo:** A medida de Jatos de partículas é um importante observável experimental em colisões de altas energias, pois permite a comparação de resultados da QCD perturbativa com dados medidos. Por este motivo, são muito utilizados como medidas padrões em experimentos do LHC. No caso de colisões de íons pesados, que tem como objeto de estudo a matéria nuclear “quente e densa”, os jatos são utilizados como pontas de prova, que atravessam e interagem com o meio denso e, portanto trazem informações como densidade e grau de liberdade deste meio. Uma das medidas mais impactantes observadas em colisões de íons pesados foi a supressão de jatos de partículas, descoberta no RHIC e confirmada no LHC, onde se supõe que partons atravessando um estado denso como o Quark Gluon Plasma sofre espalhamentos elásticos e irradiação de gluons, perdendo energia para o meio e portanto sendo absorvido. Além da supressão, alterações na forma ou nas características dinâmicas dos jatos também são previstas por diferentes modelos, como por exemplo, um alargamento longitudinal do jato devido à interação com um meio em expansão. Mas, para entender e quantificar o efeito da interação do meio com o Jato, é necessário entender em detalhes as características intrínsecas destes, e como os observáveis experimentais são susceptíveis aos diferentes efeitos, físicos e de detecção. Por este motivo, estamos estudando em detalhes, de forma sistemática, as características topológicas de um jato de partículas, e como os algoritmos de busca e reconstrução de jatos são afetados pelas limitações dos detectores. Com isso, é possível verificar a viabilidade de observar ou não modificações previstas em decorrência de diferentes efeitos da interação com o meio.

---

---

## **JOURNAL CLUB DO DEPARTAMENTO DE FÍSICA DOS MATERIAIS E MECÂNICA**

**Nesta semana o pós-graduando Marcel Santos Claro, do Laboratório de Novos Materiais Semicondutores/MBE, comentará o artigo: “Monolithically Integrated Mid-Infrared Lab-on-a-Chip Using Plasmonics and Quantum Cascade Structures”**

19 de maio, terça-feira, Sala de Seminários José Roberto Leite  
Ed. Alessandro Volta (bloco C) – Sala 110, IFUSP, às 12h10

The increasing demand of rapid sensing and diagnosis in remote areas requires the development of compact and cost-effective mid-infrared sensing devices. So far, all miniaturization concepts have been

demonstrated with discrete optical components. Here we present a monolithically integrated sensor based on mid-infrared absorption spectroscopy. A bi-functional quantum cascade laser/detector is used, where, by changing the applied bias, the device switches between laser and detector operation. The interaction with chemicals in a liquid is resolved via a dielectric-loaded surface plasmon polariton waveguide. The thin dielectric layer enhances the confinement and enables efficient end-fire coupling from and to the laser and detector. The unamplified detector signal shows a slope of 1.8–7  $\mu\text{V}$  per p.p.m., which demonstrates the capability to reach p.p.m. accuracy over a wide range of concentrations (0–60%). Without any hybrid integration or subwavelength patterning, our approach allows a straightforward and cost-saving fabrication.

Link: <http://www.nature.com/ncomms/2014/140606/ncomms5085/full/ncomms5085.html>

Visite a página do Journal Club do FMT: <http://portal.if.usp.br/fmt/pt-br/node/631>

---

## SEMINÁRIO DE ENSINO

### “Algumas pesquisas desenvolvidas sobre identidades docentes e culturas profissionais de professores de Ciências no curso de LCN da EACH-USP”

Profa. Dra. Verônica Marcelo Guridi - EACH/USP  
19 de maio, terça feira, Auditório Adma Jafet, IFUSP, às 16h

Este seminário objetiva apresentar e discutir algumas das pesquisas realizadas pelo grupo “Identidades docentes e culturas profissionais”, sediado na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP). As pesquisas referem-se à área de estudos das culturas escolares e, mais especificamente, das culturas profissionais docentes, e se inserem em um projeto de pesquisa mais amplo cujo objetivo é o de refletir sobre processos de (re) construção de identidades docentes que ocorrem durante os cursos de formação inicial de professores de Ciências ou ao longo de sua atividade profissional, em diversos níveis de ensino. Esse projeto também busca investigar como esses processos identitários se conectam a formas de produção e de circulação de culturas profissionais nas instituições escolares e de outras culturas da sociedade mais ampla. Por meio da análise de diversas formas narrativas textuais e audiovisuais como aquelas produzidas por estagiários do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza (LCN) da EACH-USP, espera-se contribuir para o entendimento do processo de formação identitária e subsidiar práticas de docentes atuantes em cursos de formação de professores. Entre os referenciais teóricos adotados pelo grupo encontram-se Michel Foucault, Dominique Juliá e Antônio Viñao Frago, em associação a outros aportes teóricos advindos de autores tais como Stuart Hall, Jacques Rancière e Peter Pál Pelbart. Os instrumentos de coleta de dados nas pesquisas realizadas têm incluído a produção de narrativas textuais e audiovisuais, bem como a elaboração de desenhos sobre representações da instituição escolar por parte dos sujeitos envolvidos nas pesquisas.

---

## COLÓQUIO MAP

### “Operadores de Schrödinger quase-balísticos e quase-localizados são genéricos”

Prof. Silas Carvalho, UFMG  
22 de maio, sexta-feira, Auditório Antonio Gilioli – Sala 247/262 – Bloco A – IME/USP,  
das 16h às 17h Café às 15h30, na sala 265 A (Chefia do MAP) – transmissão on line

**Resumo:** Obtemos condições suficientes para a existência de conjuntos genéricos de operadores de Schrödinger em  $\mathbb{Z}^d$ , com dinâmicas tanto quase-localizada quanto balística, e as aplicamos a 3 espaços de operadores, a saber, com potenciais uniformemente limitados, quasiperiódicos analíticos e ilimitados. Conclui-se, para tais espaços, que a dinâmica é tipicamente (do ponto de vista topológico) não-trivial, enquanto que a intermitência quântica é excepcional.

---

## TESES E DISSERTAÇÕES

### DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Carlos David Gonzales Lorenzo**

“Estudo de fissão e espalação em núcleos actínídeos e pré-actínídeos a energias intermediárias”

Comissão Examinadora: Profs. Drs. Airton Deppman (Orientador – IFUSP), Alinka Lépine (IFUSP) e Brett Vern Carlson (ITA)

21/05/2015, quinta-feira, Ed. Principal, Ala 2, sala 209, IFUSP, às 14h.

**3ª. FEIRA, 19.05.15**

---

**Seminário do Grupo de Física Molecular e Modelagem – DFGE**

"Aiming for high accuracy in the calculations of hyperfine interactions"

Prof. Stephan P. A. Sauer, University of Copenhagen – Dinamarca

Sala 201 - Ed. Principal, Ala I, 10h30

**Colóquio do Departamento de Física Matemática - FMA**

"The moment of truth for neutralino Dark Matter?"

Dra. Maria Eugenia Cabrera (IFUSP)

Sala Jayme Tiomno, às 11h

**Journal Club do Departamento de Física dos Materiais e Mecânica**

Nesta semana o pós-graduando Marcel Santos Claro, do Laboratório de Novos Materiais Semicondutores/MBE, comentará o artigo: "Monolithically Integrated Mid-Infrared Lab-on-a-Chip Using Plasmonics and Quantum Cascade Structures"

Sala de Seminários José Roberto Leite

Ed. Alessandro Volta (bloco C) – Sala 110, IFUSP, às 12h10

**Seminário de Ensino**

"Algumas pesquisas desenvolvidas sobre identidades docentes e culturas profissionais de professores de Ciências no curso de LCN da EACH-USP"

Profa. Dra. Verônica Marcelo Guridi - EACH/USP

Auditório Adma Jafet, IFUSP, às 16h

**Seminário do Grupo de Hádrons e Física Teórica (GRHAFITE) - FEP**

"Fenomenologia de Jatos, estudo da topologia de jatos para aplicação em medidas experimentais"

Prof. Dr. Jun Takahashi, Instituto de Física Gleb Wataghin, Departamento de Raios Cósmicos e Cronologia, Grupo de Física Hadrônica - UNICAMP

Ed. Principal, Ala 2, Sala 335, IFUSP, às 17h

---

**5ª. FEIRA, 21.05.15**

---

**COLÓQUIO**

"High-throughput materials discovery and development: using your own computer to search for novel materials"

Marco B. Nardelli, University of North Texas

Auditório Abrahão de Moraes, IFUSP, 16h

---

**6ª. FEIRA, 22.05.15**

---

**Seminário do INCT/NAP/GFCx**

"Propriedades Estruturais de Elastômeros de uretano/ureia (PU/PBDO)"

Dennys Reis - Técnico do Grupo de Fluidos Complexos

Auditório Adma Jafet, às 15h

.....  
B I F U S P - Uma publicação semanal do Instituto de Física da USP

Editor: Prof. Dr. Fernando Tadeu Caldeira Brandt

Secretário: Iran Mamedes de Amorim

Textos e informações assinados são de responsabilidade de seus autores.

São divulgadas no BIFUSP as notícias encaminhadas até 4ª feira, às 12h, impreterivelmente.

Tel.: 3091-6900 - Fax: 3091-6701 - e-mail: [bifusp@if.usp.br](mailto:bifusp@if.usp.br) - Homepage: [www.if.usp.br](http://www.if.usp.br)