

EDITAL MEC/CAPES e MCT/FINEP
Programa Nacional de Pós-Doutorado - PNPd/2009

**O Futuro do PPG Física/UFSC nas áreas de Nanobiotecnologia
e Instrumentação Virtual**

Coordenador: Roberto Cid Fernandes Júnior

Projeto Institucional do Programa de Pós-Graduação em Física
Universidade Federal de Santa Catarina

Julho de 2009

O Futuro do PPG Física/UFSC nas áreas de Nanobiotecnologia e Instrumentação Virtual

- I. Detalhamento do Projeto**
- II. Justificativa**
- III. Aplicabilidade do Projeto**
- IV. Critérios de seleção**
- V. Metodologia**
- VI. Plano de Trabalho**
- VII. Resultados esperados**
- VIII. Orçamento anual**
- IX. Contrapartida**
- X. Infraestrutura necessária**
- XI. Equipe de Execução**
- XII. Referências bibliográficas**
- XIII. Aprovação do Colegiado**
- XIV. CVLattes do Coordenador**

I. Detalhamento do Projeto

Neste projeto propomos a alocação de bolsas PNPd em áreas estratégicas tanto a nível nacional como para o futuro da pesquisa em nossa PG, visando o fortalecimento do Programa de Pós-Graduação em Física e a formação de recursos humanos altamente qualificados.

Considerando fatores locais (a experiência e vocação de nossos pesquisadores, os equipamentos disponíveis e planejados), tendências internacionais da pesquisa e carências nacionais, identificamos potencial e necessidade de crescimento nas áreas de nanobiotecnologia e desenvolvimento de instrumentação virtual. Estas grandes áreas congregam um diversificado conjunto de linhas de pesquisa experimentais e teóricas que estão passando por um forte processo de transformação, seja pelo surgimento de novas tecnologias, interfaces interdisciplinares ou por mudanças radicais no próprio modo de fazer ciência. Os bolsistas PNPd terão um importante papel no sentido de contribuir com a adaptação de nossa instituição a essas novas realidades.

Por outro lado, os bolsistas selecionados terão a oportunidade de desenvolver suas potencialidades e iniciar seu amadurecimento científico, pois estarão envolvidos em atividades de pesquisa e docência, orientando alunos de iniciação científica, mestrado e doutorado. Será também uma oportunidade ímpar para avaliação de possíveis futuros contratados. O nosso programa de Pós-Graduação tem uma perspectiva real de crescimento no futuro próximo, reflexo da forte renovação de quadros por que está passando o Departamento de Física.

Devido ao enorme potencial de crescimento de nossa PG, que absorverá cerca de 10 novos pesquisadores nos próximos 5 anos, além do fato de que **nunca** tivemos bolsistas PNPd nem PRODOC, estamos solicitando a concessão de 3 bolsas PNPd. Os bolsistas de pós-doutorado selecionados deverão atuar em uma das seguintes áreas:

1. Nanobiotecnologia
2. Instrumentação Virtual

1. Nanobiotecnologia

Os pesquisadores da área de Matéria Condensada do nosso PPG trabalham em processos de produção e estudo de nanoestruturas há vários anos, atuando em duas grandes linhas: fabricação de filmes nanoestruturados e fabricação de nanopartículas, nanofios e nanocristais. Na produção massiva de nanomateriais temos usado tanto processos do tipo *top-down* (via moagem mecânica e mecano-síntese), quanto os chamados *bottom-up*. Neste último caso os nanomateriais são produzidos seja por síntese química em soluções, pela polimerização em emulsões, sob pressões de 20 atm em autoclaves seladas (chamados de processos hidrotérmicos ou solvotérmicos), ou por processos eletroquímicos ou automontados.

Variadas nanoestruturas já foram produzidas em nossos laboratórios incluindo diversos semicondutores, ligas de metal-não metal, ligas metal-metal e vários óxidos. Também estão sendo fabricadas nanoesferas de poliestireno, sílica ou carbono, as quais encontram aplicação *per se* ou são subsequentemente utilizadas na fabricação de compósitos e estruturas auto-ordenadas. Mais recentemente temos manufaturado nanoesferas ocas, na forma de *core-shell* bem como seus híbridos inorgânico-orgânicos.

Para a caracterização desses materiais estamos muito bem aparelhados, graças à implantação do Laboratório Central de Microscopia da UFSC e do Laboratório de Difração de Raios-X no próprio Departamento. Além disso, através de estudos teóricos e de simulação computacional somos também capazes de investigar propriedades eletrônicas e estruturais de sistemas híbridos sólido/molécula e sólido/líquido, utilizando métodos *ab initio* e dinâmica molecular, que possibilitam modelar a interação entre moléculas alvo biológicas com o substrato. Temos também uma ligação estreita com o setor tecnológico através de várias parcerias estabelecidas com os Departamentos de Química, Farmácia e as Engenharias Mecânica e de Materiais.

Portanto, com o conhecimento acumulado em processos de fabricação de nanomateriais e a possibilidade de caracterizá-los e modelá-los, reunimos as condições necessárias para avançar em nossas competências, nas seguintes linhas de pesquisa:

a) Desenvolvimento de nanoestruturas e nanopartículas para biossensoriamento e diagnóstico

Uma aplicação direta e bastante promissora de nanomateriais, por sua morfologia e tamanho, ocorre em biotecnologia, onde são utilizados como plataformas para imobilização de moléculas biológicas, visando aplicações na área de biossensores, diagnóstico e liberação controlada de fármacos.

Uma maneira eficiente de se combinar nanomateriais e biomoléculas é através da preparação de filmes finos em multicamadas, os quais permitem um controle preciso da espessura e cuja arquitetura pode ser variada livremente de acordo com o problema em questão. Dessa maneira, tanto os nanomateriais como moléculas biológicas (ex., proteínas e anticorpos) podem ser imobilizados, resultando em estruturas com diferentes arquiteturas e preservação da atividade biológica, além da facilidade de manipulação.

Outro ponto importante é que através do entendimento dos mecanismos de interação entre nanomateriais e sistemas biológicos, pode-se produzir dispositivos nanoestruturados altamente eficientes e dedicados a aplicações específicas em biotecnologia.

Nestes sistemas muitas vezes são utilizadas nanopartículas metálicas ou não, as quais apresentam características ópticas, elétricas, catalíticas e magnéticas bastante úteis para este tipo de aplicação. Destacam-se as nanopartículas magnéticas e em especial os óxidos de ferro ferromagnéticos, devido ao fato destes serem biodegradáveis, biocompatíveis e pela facilidade de funcionalizá-los com estruturas que vão desde aminoácidos, proteínas, cromóforos, nuclídeos radioativos e outras drogas. Por isso, partículas magnéticas de óxidos de ferro têm sido largamente utilizadas como carreadores de drogas e de genes, como etiquetas biológicas fluorescentes, em biodiagnóstico de patógenos, para detecção de proteínas, para a destruição de tumores via hipertermia ou braquioterapia, como contraste em imageamento por ressonância magnética, em estudos fagocinéticos, etc...

Além das múltiplas potencialidades disponibilizadas pelas interações entre nanopartículas metálicas e aminoácidos ou proteínas, estes sistemas possuem grande aplicabilidade como transdutores em biossensores, quando conjugados na forma de filmes automontados. Ainda, o arranjo auto-ordenado de nanoesferas sobre substratos planos permite a fabricação de filmes nanoestruturados com propriedades fotônicas. Estes filmes podem ser aplicados como substratos para espectroscopia por espalhamento Raman para microanálise. Outro fato a destacar é o efeito *Surface Enhanced Raman Scattering* (SERS) que tem sido utilizado em diversos estudos de relevância biológica, como a determinação da distribuição de drogas e componentes celulares em uma célula viva ou em membranas celulares.

b) Análise de micro e nanoestruturas

Vários grupos experimentais associados ao nosso Curso de Pós-Graduação em Física investigam materiais orgânicos e inorgânicos para a realização de estudos fundamentais e aplicados. Uma etapa muito importante para a caracterização destes materiais é a realização de análise de Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM – *Transmission Electron Microscopy*). Esta técnica permite a determinação do tamanho de partículas, da cristalinidade de amostras e detecta a presença de defeitos e precipitados, por exemplo. Estas informações são muito significativas para o desenvolvimento de novos materiais aplicados em nanociência e nanotecnologia.

É importante ressaltar, contudo, que a técnica TEM requer pessoas especializadas, tanto nas etapas de preparação das amostras para análise com feixe de elétrons quanto na obtenção e interpretação dos resultados. No Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (LCME) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) foram adquiridos recentemente dois modernos microscópios eletrônicos de transmissão (JEOL JEM2100 – 200 KeV, JEOL JEM 1011 – 100 KeV), com todos os acessórios para a preparação das amostras.

Recentemente vem sendo criada na UFSC uma comunidade com interesses em microscopia de transmissão, graças à disponibilidade dos microscópios instalados no LCME e de técnicos contratados. Portanto, ressaltamos que é importante trazer físicos especialistas nessa técnica, como bolsistas de pós-doutorado, para ministrar cursos na pós-graduação, treinar novos usuários e fomentar a técnica de microscopia de transmissão no Departamento de Física da UFSC.

Outra área de futuro é a área de microdifração de raios-X. O conceito de microdifração de raios X (MDRX) foi introduzido para os casos nos quais a área a ser analisada é menor que 1 mm^2 . São muitos os problemas científicos e industriais nos quais existe esta limitação espacial, como é o caso, por exemplo, das indústrias química, farmacêutica, siderúrgica e mineralogia. A aplicação da MDRX em química combinatória, por exemplo, que atende boa parte da indústria química-farmacêutica, possibilita: i) uma grande diminuição no impacto ambiental do trabalho de pesquisa, uma vez que se utilizam micro amostras; ii) a realização de um grande número de experimentos em um espaço de tempo relativamente curto, o que diminui sensivelmente o custo individual dos experimentos e iii) utilização de quantidades menores de reagentes, o que também diminui os custos.

No âmbito das engenharias também são muitas as aplicações da MDRX, como no estudo de microdeformações/tensões residuais e caracterização de textura (ODF – *Orientation Distribution Function*). Nesse caso a MDRX pode ser usada para determinar um “mapa cristalográfico” onde variações de fases cristalinas, tensões/deformações e texturas podem ser detectadas de maneira não destrutiva. A formação de profissionais em nível de Pós-Doutoramento pode inserir o Brasil nessa nova linha de pesquisa, MDRX, e desencadear aplicações dessa poderosa técnica de caracterização a problemas específicos das indústrias e centros de pesquisas brasileiros.

c) Modelamento de moléculas

Na última década, simulações computacionais em escala atômica vêm auxiliando no desenvolvimento da ciência dos materiais, no entendimento de processos físico-químicos e biofísicos, nesse último caso permitindo um maior intercâmbio entre as ciências biológicas e a física. O impacto dessas simulações não se restringe, contudo, ao campo acadêmico, mas fornece suporte para a produção de novos materiais, fabricação de novos dispositivos e até no desenvolvimento de novos medicamentos.

A idéia geral é descrever computacionalmente (simular) sistemas de escala nanométrica usando a estrutura atômica como ponto de partida. Essa é uma tarefa muito difícil. Existem vários formalismos: em um dos extremos temos a Mecânica Molecular (MM) que é fundamentada na física clássica e os fragmentos constituintes do sistema devem ser cuidadosamente parametrizados. Por não depender do cálculo de funções de onda, essa técnica é muito eficiente sob os pontos de vista de tempo de computação e complexidade do sistema a ser tratado, o que a tornou muito popular no estudo de sistemas químicos e biológicos. No extremo oposto, temos os métodos de primeiros princípios que são fundamentados na Mecânica Quântica e utilizam um número mínimo de parâmetros *ad-hoc*.

Nesse contexto destacam-se os formalismos baseados no funcional de densidade, o qual propõe substituir a intratabilidade da função de onda de múltiplas partículas pela densidade eletrônica total. O desenvolvimento de novos funcionais de densidade, apropriados à descrição de sólidos e/ou moléculas, fortaleceu sobremaneira o papel das simulações computacionais no desenvolvimento de novos materiais e na descrição de processos físico-químicos. Em comparação à técnica de Mecânica Molecular, os métodos de primeiros princípios demandam muito tempo de máquina, portanto são aplicados em sistemas relativamente simples. Entre esses dois extremos existe uma infinidade de métodos híbridos que buscam descrever toda a variedade de sistemas em escala nanoscópica. No entanto, para realizar estudos inovadores e de qualidade, que possam ter impacto tecnológico, a eficiência computacional é primordial, quaisquer que sejam os métodos.

Nosso desafio para a próxima década é congregarmos um grupo de pesquisadores com experiência no campo da simulação computacional de alto desempenho, que possa atuar na área de física da matéria condensada. Esses pesquisadores poderão colaborar com os grupos

experimentais, para criar uma sinergia fundamentada no experimento e na teoria (simulação computacional).

Atualmente, estudamos superfícies e heterojunções do tipo sólido/molécula adsorvida, em vácuo, utilizando o método DFT (DFT-*Density Functional Theory*), além de métodos computacionais próprios para descrever a transferência interfacial de carga em nanossistemas. No caso de heterojunções do tipo sólido/líquido e sólido/molécula/líquido, empregamos também a dinâmica molecular clássica (MM), o que torna possível descrever a complexidade e a dinâmica do sistema. Essas simulações têm relevância nas áreas de física de superfícies, catálise, propriedades ópticas e mecânicas dos materiais.

2. Instrumentação Virtual

A astrofísica inicia o século XXI enfrentando uma verdadeira explosão de dados científicos em forma digital que está produzindo uma revolução na forma de fazer pesquisa. Vários empreendimentos de grande escala – como observatórios terrestres (como o Gemini), satélites (telescópios Hubble, Chandra e Spitzer), ou projetos dedicados (como a *Sloan Digital Sky Survey*) – vem produzindo uma imensa quantidade de dados digitais de excelente qualidade. O acesso e a manipulação de tal volume dos dados tornou-se um desafio científico e computacional para os pesquisadores que precisam analisar seus próprios dados experimentais e/ou buscar por outros em arquivos e bancos de dados pan-cromáticos espalhados na rede. Este desafio tende a acentuar-se exponencialmente já nos próximos anos, com projetos como o *Large Synoptic Survey Telescope* (www.lsst.org), que produzirá Terabytes de dados por noite de observação e catálogos que rapidamente romperão a barreira dos Petabytes. Os avanços científicos possibilitados por esta explosão são tremendos, varrendo todas áreas da astrofísica, de estrelas à galáxias, de exoplanetas à natureza da energia escura, etc. Na prática, no entanto, surge a questão de como manusear este universo digital. Se, por um lado, os contínuos desenvolvimentos de hardware têm permitido, a custos relativamente modestos, a aquisição, processamento e armazenamento de centenas de Terabytes, os sistemas de software necessários para a manipulação desses dados ainda deixam muito a desejar. Este é um problema reconhecido internacionalmente por todas as sub-comunidades da astrofísica, e vários projetos de grande porte foram iniciados no sentido de encontrar soluções. O nome genérico dado a essa solução é Observatório Virtual (VO, do acrônimo em inglês).

Resumidamente, um VO é um sistema, acessado pela Internet, que provê ampla conexão entre dados arquivados e, principalmente, algoritmos de extração e garimpagem desses dados, e ferramentas que permitam convertê-los em informação física. De modo geral, este tipo de trabalho mescla conhecimentos de estatística avançada, computação e astrofísica. O Brasil tem ótima experiência nesta fronteira, e tem produzido novos doutores com este perfil multidisciplinar, que é cada vez mais valorizado. Em particular, a UFSC lidera um projeto ambicioso e de grande impacto nesta área. Baseado no código (desenvolvido na própria casa) de síntese de populações estelares a partir de espectros ópticos, este projeto mantém em www.starlight.ufsc.br um dos primeiros e mais completos bancos de dados públicos contendo informações físicas detalhadas para quase um milhão de galáxias da *Sloan Digital Sky Survey* (www.sdss.org). A exploração deste arsenal de dados já resultou em várias publicações e teses, tanto no Brasil como no exterior, mas muito ainda resta por ser feito, tanto no front científico como na integração de nosso banco de dados aos padrões internacionais de VO (estabelecidos pela Internacional Virtual Observatory Alliance). De modo mais amplo, este projeto já consolidado e reconhecido oferece uma excepcional plataforma para desenvolvimento do *know-how* necessário para promover nossa efetiva inserção neste novo e inexorável *modus operandi* da pesquisa em astrofísica.

II. Justificativa

Ao longo de suas quase duas décadas de existência, o Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) vem paulatinamente se consolidando como um pólo de produção de conhecimento e formação de recursos humanos em diversas áreas da Física. Nos últimos anos, este processo de amadurecimento foi acelerado com a injeção de recursos materiais e humanos, e as perspectivas para crescimento substancial de nosso corpo de pesquisadores a médio prazo são excelentes e, por motivos históricos, bem maiores do que as de instituições tradicionais.

O futuro de nossa PG, no entanto, depende não apenas do aumento quantitativo do número de docentes e discentes, mas também, e até mesmo principalmente, de nossa capacidade de adaptação ao ritmo da pesquisa científica de ponta. Mais do que reforçar nosso quadro de pesquisadores, o princípio norteador desta proposta é preparar nossa instituição para os desafios da pesquisa dentro dos próximos 5 a 10 anos.

Em linhas gerais, portanto, o presente projeto nasce de uma visão de futuro, ou seja, de uma projeção dos caminhos a serem trilhados por nossa PG nos próximos anos, tendo como objetivo central alavancar, através da contratação de jovens doutores qualificados, nossa atuação em áreas estratégicas condizentes com nossas vocações e condições materiais.

Outra característica geral deste projeto que merece destaque é sua filosofia deliberadamente “semi-aberta”. As duas áreas estratégicas focalizadas contemplam vários grupos de pesquisa: oito laboratórios ligados à nossa PG desenvolvem pesquisa em materiais nanoestruturados e instrumentação. Ao invés de direcionar a solicitação de bolsas a um laboratório/grupo específico, selecionaremos os candidatos mais qualificados e aptos a colaborar com a meta central de nos prepararmos para os novos desafios da pesquisa na próxima década. Esta filosofia imita nossa exitosa política de contratações, realizada através de concursos semi-abertos, os quais são responsáveis pelo grande aumento da qualificação de nossos pesquisadores e por outros indicadores de nossa PG. Além disso, por trabalhar em cima de denominadores comuns às diversas linhas de pesquisa abarcadas pelas duas áreas estratégicas selecionadas, este projeto tem uma importante componente aglutinadora, privilegiando o interesse institucional acima do de grupos específicos. Não temos dúvida de que esta é a melhor estratégia para alocação de bolsas PNPd, as quais muito provavelmente implicarão em contratações definitivas.

III. Aplicabilidade do Projeto

Este projeto atende direta e integralmente a quatro dos sete princípios norteadores do PNPd, pois:

- i) está relacionado à inovação e ao incremento da cooperação científica com empresas;
- ii) objetiva a formação de recursos humanos em projetos de inovação e treinamento em áreas tecnológicas;
- iii) visa aumentar qualitativa e quantitativamente o desempenho científico e tecnológico de nosso PPG, e portanto, do país;
- iv) busca consolidar grupos de pesquisa qualificados para dar suporte à competitividade internacional da pesquisa brasileira.

Indiretamente, deverá também contribuir com outros dois princípios, ao formar recursos humanos qualificados em Santa Catarina, nas áreas de nanobiotecnologia e computação, que poderão ser absorvidos pelo mercado local, resultando em:

- v) aumento da competitividade das empresas de base tecnológica, em consonância com a PDP;
- vi) inovação em âmbito regional, contribuindo para a política de desenvolvimento local;

IV. Critérios de seleção

A partir da divulgação do resultado do edital e da disponibilidade de bolsas será iniciado o período de inscrição. Além da ficha de inscrição, os candidatos deverão ter currículo Lattes atualizado e apresentar duas cartas de recomendação. A documentação poderá ser entregue diretamente na coordenadoria de pós-graduação ou por meio eletrônico.

No dia seguinte ao término das inscrições será instalada uma comissão composta por 3 professores indicados pelo colegiado da pós-graduação, a qual ao seu critério realizará o processo de seleção com o intuito de identificar os melhores candidatos de acordo com o número de bolsas oferecidas. Neste processo será levado em conta principalmente o potencial e domínio na sua área de pesquisa e diversidade de sua formação, qualidade e quantidade de sua produção intelectual e potencialidade de interação com outros grupos de pesquisa.

V. Metodologia

Os candidatos selecionados deverão desenvolver as atividades de pesquisa propostas, participar ativamente das atividades didáticas do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação e contribuir para a formação de recursos humanos, por meio de orientações e co-orientações. As atividades didáticas serão supervisionadas pelo Coordenador de Ensino do Departamento, que emitirá pareceres semestrais acerca de seu desempenho. As atividades de formação de recursos humanos serão supervisionadas pelo professor/pesquisador chefe da área de pesquisa a qual o bolsista estiver vinculado, através de reuniões regulares para avaliação de desempenho.

Além das atividades didáticas, o candidato deverá participar dos seminários e colóquios do Departamento de Física e seminários/reuniões do grupo de pesquisa ao qual está vinculado. O restante do tempo deverá ser dedicado ao desenvolvimento de pesquisa no tema definido no processo de seleção, em colaboração com o pesquisador responsável pelo acompanhamento e seus orientados, participando também ativamente das atividades de orientação e co-orientação dos estudantes do grupo.

Os resultados obtidos pelo bolsista deverão ser apresentados em eventos científicos nacionais e internacionais relevantes na sua área de pesquisa e publicados em revistas internacionais indexadas com arbitragem.

VI. Plano de Trabalho

- Formação de recursos humanos

Desde o início do projeto, cada um dos bolsistas deve contribuir para orientação de estudantes. No primeiro período (08/2009 a 12/2009), tendo em vista que a distribuição de bolsas PIBIC do período 2009/2010 já foi realizada, os bolsistas devem se envolver na co-orientação dos estudantes (IC, mestrado e/ou doutorado) do grupo em que estiver vinculado. Nos períodos seguintes a idéia é que os bolsistas obtenham anualmente pelo menos uma bolsa PIBIC para orientar estudantes de IC nos seus tópicos de pesquisa. Simultaneamente, espera-se que o candidato assuma também orientações de mestrandos e doutorandos, sempre com o consentimento do chefe do grupo. Espera-se que durante a vigência do projeto cada bolsista oriente ou co-oriente os trabalhos de 03 a 04 estudantes de Iniciação Científica (considerando-se que um estudante de IC pode permanecer por mais de um ano no programa), 01 a 02 estudantes de mestrado e de, pelo menos, 01 estudante de doutorado. Este trabalho de orientação será supervisionado pelo professor responsável pelo laboratório em que o bolsista estiver vinculado, o que será o responsável perante o colegiado da pós-graduação.

- Atividades didáticas:

Como parte das atividades didáticas, planeja-se que a cada semestre o candidato ministre uma disciplina, de forma a não prejudicar as suas atividades de pesquisa, devendo o grau de dificuldade crescer gradativamente. O objetivo destas atividades é desenvolver a atividade docente dos bolsistas e seus conhecimentos de física. Semestralmente cada bolsista ministrará um curso de até 6 horas semanais, além de outras 4 horas para preparação das aulas. Nos primeiros 4 semestres serão destinadas disciplinas do ciclo básico do curso de física, onde será permitido que uma mesma disciplina possa ser repetida uma vez. Nos próximos 6 semestres o candidato deverá ministrar disciplinas do ciclo profissionalizante do curso de física ou uma disciplina regular do programa de pós-graduação, além de um curso específico da sua área de pesquisa na forma de "tópico especial" dirigido aos estudantes de pós-graduação.

- Consolidação de áreas de concentração existentes e crescimento profissional

A meta principal deste projeto é a consolidação de algumas áreas de pesquisa da nossa pós-graduação, ampliando o número e a abrangência dos projetos de pesquisa dos grupos envolvidos. Pretende-se também aumentar a capacidade de orientação dos grupos, incrementando o número de estudantes capacitados para as linhas de pesquisa correspondentes.

Em termos numéricos, espera-se que os indicadores de trabalhos publicados em revistas internacionais indexadas e número de dissertações e teses defendidas em cada linha de pesquisa agraciada com bolsa desse projeto apresente uma evolução ao longo do período. O colegiado de pós-graduação acompanhará esses indicadores anualmente, através dos dados fornecidos para a coleta da base de dados da Capes.

Com relação ao candidato, ao final do projeto espera-se uma ampliação significativa da capacidade de formular e resolver problemas dentro de sua área de pesquisa, da habilidade de encontrar soluções numéricas, analíticas e/ou experimentais e de apresentar esses resultados em seminários e congressos (nacionais e internacionais) e na forma de artigos científicos para revistas internacionais. Espera-se que ele adquira a maturidade, experiência e independência necessárias para ser bem sucedido na orientação de estudantes de pós-graduação, bem como desenvolver a capacidade de propor novos projetos de pesquisa para agências de fomento.

VII. Resultados esperados

Com a aprovação deste projeto, certamente os grupos de pesquisa agraciados com os candidatos selecionados vão obter um incremento da capacidade de orientação a produtividade. Do lado dos bolsistas, espera-se que cada um deles firme-se como pesquisador independente, adquirindo desenvoltura e maturidade como docente, orientador e cientista.

De modo geral, esperamos que este projeto tenha impacto significativo na melhoria da formação de mestres e doutores, devido à consolidação das áreas de pesquisa citadas. Vislumbramos um crescimento nas cooperações com outros grupos do Brasil e do exterior, pois os novos trabalhos de pesquisa desenvolvidos pelos bolsistas e as suas colaborações já existentes aumentarão a inserção internacional do PPG Física da UFSC.

Ao final do projeto, como resultado do trabalho de pesquisa desenvolvido e de suas atividades de orientação, espera-se que cada bolsista tenha pelo menos:

- orientado, ou co-orientado, 3 estudantes de IC, 2 de mestrado e 1 de doutorado;
- participado e apresentado trabalhos em 4 congressos nacionais e 2 internacionais da sua área de atuação;
- publicado, ou ao menos submetido para publicação, 8 artigos em revistas internacionais indexadas com parâmetro de impacto maior do que 1.

VIII. Orçamento anual

A verba de custeio no valor de R\$ 36.000,00 (anuais, considerando as três bolsas), será destinada para custear as despesas com material de consumo, manutenção de equipamentos e passagem/diárias necessários para o desenvolvimento de cada projeto. Dentre estes gastos estimados podemos citar:

- a. Aquisição de um tubo de raios-x de cobre no valor aproximado de R\$ 12.000,00 (gasto único durante o projeto, portanto equivale a R\$ 2.400,00 por ano).
- b. Materiais de consumo nos laboratórios de síntese (reagentes, vidraria, gases, etc...), valor aproximado de R\$ 6.000,00.
- c. Materiais de consumo para o centro de microscopia e manutenção dos equipamentos, valor de R\$ 4.000,00.
- d. Ponteiras para o microscópio de força atômica, no valor de R\$ 2.000,00.
- e. Manutenção de equipamentos eletrônicos e computadores, no valor de R\$ 6.600,00.
- f. Despesas com passagem e diárias em viagens para participação em eventos e saídas de campo para medidas em instituições parceiras como LNLS, LNA, etc... no valor de R\$ 15.000,00.

IX. Contrapartida

1. Recursos financeiros de fontes não governamentais para complementação de bolsa.

Inexistentes.

2. Fontes de financiamento disponíveis (capital e custeio) para o desenvolvimento das atividades de pesquisa

a. Redes temáticas e convênios:

- i) INCT de Sistemas Micro e Nanoeletrônicos, Coordenador: Jacobus Willibrordis Swart. Participante: André Avelino Pasa.
- ii) INCT de Astrofísica, Coordenador: João Evangelista Steiner. Participantes: Antonio Nemer Kanaan, Raymundo Baptista, Roberto Cid Fernandes.
- iii) INCT de Eletrônica Orgânica, Coordenador: Roberto Mendonça Faria. Participantes: Ivan Helmuth Bechtold, Maria Luisa Sartorelli e Françoise Toledo Reis.
- iv) INCT para Diagnósticos em Saúde Pública, Coordenador: Samuel Goldenberg. Participante: Valderes Drago.
- v) INCT de Estudos do Espaço, Coordenadores: Sérgio Frascino Muller de Almeida e José Renan de Medeiros. Participante: Lúcio Sartori Farenzena.
- vi) REDE CAPES NANOBIOTEC-BRASIL 2008 “Avanços, Benefícios e Riscos da Nanobiotecnologia Aplicada à Saúde”. Coordenador: Yvonne Primerano Mascarenhas (USP/SC), Participantes: Maria Luisa Sartorelli, Ivan Helmuth Bechtold, Françoise Toledo Reis.
- vii) PROGRAMA DE APOIO A NÚCLEOS DE EXCELÊNCIA PRONEX/FAPESC 2007 “Desenvolvimento de novas tecnologias de refrigeração à base de materiais avançados”, Coordenação: Álvaro Toubes Prata, Participantes: João Cardoso de Lima, Carlos Eduardo Maduro de Campos e Maria Luisa Sartorelli.
- viii) Convênio Bilateral de Cooperação CNPq/ANPCyT (Argentina) 2008 “Preparação e Caracterização Físico-Química de Sistemas Nanoestruturados para Aplicações Farmacêuticas e Biotecnológicas”, Coordenadores: André Avelino Pasa (Brasil) e Maria Elena Vela (Argentina).
- ix) Programa CIAM 2006 “Estudo Computacional dos Processos de Transferência de Carga em Células Solares Sensibilizadas por Corantes”, Coordenadores: Luis Guilherme de Carvalho Rego (Brasil), Daniel Henrique Laría (Argentina) e Victor S. Batista (EUA).
- x) CAPES/COFECUB 2009 “Efeitos das altas pressões sobre ligas intermetálicas e semicondutoras nanoestruturadas e amorfas produzidas por síntese mecânica”. Coordenadores: João Cardoso de Lima (Brasil) e Alain Polian (França).
- xi) CAPES/COFECUB 2009 “Paleontologia galáctica”. Coordenadores: Roberto Cid Fernandes Junior (Brasil) e Grazyna Stasinska (França).

b. Parcerias com a iniciativa privada

- xii) Edital MCT/SETEC/CNPq Nº 67/2008 – RHAЕ - Pesquisador na Empresa, “Produção de Kits Diagnósticos para Baciloscopia de BAAR”, Coordenador: Marco Aurélio Ronchi (Laboratório Biológico Análise Química e Microbiológica Ltda), Participante: Maria Luisa Sartorelli.
- xiii) Finep/Whirlpool S.A. “Lubrificação sólida em componentes para compressores II: Ferramentas para o domínio tecnológico e desenvolvimento de componentes em fase protótipo”. Coordenador: Aloísio Nelmo Klein. Participante: Valderes Drago.

c. Outros

Vários professores possuem projetos individuais em vigor, financiados pelo CNPq, Capes e FAPESC.

X. Infraestrutura necessária

Facilidades existentes:

- Redes de computadores e cluster Minerva (<http://minerva.fisica.ufsc.br/>) de 72 nodos, devidamente equipado para realização de cálculos/simulações computacionais e tratamento de dados observacionais;
- Acesso ao Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) e outros observatórios astronômicos internacionais a partir das parcerias já existentes com pesquisadores do departamento;
- Laboratório de Difração de Raios-X (LDRX) recentemente implantado no Departamento de Física, equipado com um difratômetro moderno e versátil (XPERT PRO MPD - Panalytical), capaz de realizar medidas em pó, filmes finos, cristais líquidos e em ambiente controlado;
- Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (LCME) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) equipado com dois microscópios eletrônicos de transmissão (JEOL JEM2100 – 200 KeV, JEOL JEM 1011 – 100 KeV), dois microscópios eletrônicos de varredura e um microscópio confocal de fluorescência, com todos os acessórios para a preparação das amostras;
- Microscópio de força atômica;
- Microscópio óptico de luz polarizada (até 1000 X de amplificação), atua em modo transmissão e reflexão com sistema de aquisição de imagens;
- Magnetômetro de amostra vibrante;
- Sistema de mecanossíntese;
- Sistema de medidas de absorção e fluorescência;
- Sistemas de eletrodeposição e deposição térmica controladas;
- Laser de estado sólido de 532 nm com 1 Watt de potência e laser de HeNe de 632 nm de 15 mW, bem como monocromador e detectores semicondutores;
- Fonte/eletrometro Keithley (vários) e multímetros digitais;
- Infra-estrutura laboratorial para síntese, capelas, balanças eletrônicas de precisão, agitadores, ultra-sons, gases inertes, água deionizada, etc...

Os grupos de pesquisa envolvidos neste projeto comprometem-se a disponibilizar toda a sua estrutura para os bolsistas selecionados e participar dos trabalhos de acompanhamento e supervisão previstos.

O Departamento de Física da UFSC também se compromete a disponibilizar a infraestrutura necessária para acomodar o bolsista (gabinete, telefone, serviço de secretaria, acesso à internet e outros).

XI. Equipe de Execução

Professores Pesquisadores	Titul/ano	PQ	Laboratórios (www.fsc.ufsc.br/laboratoriosFSC/labPesquisa.html)	Colaborações (ref. seção IX)
Alexandre da Cas Viegas	Dr./1998	-	LFFS www.fisica.ufsc.br/~lffs	(i), (viii)
André Avelino Pasa	Dr./1993	1D		
Carlos Eduardo Maduro de Campos	Dr./2005	2	LSCM www.fisica.ufsc.br/~pcemc	(vii), (x)
João Cardoso de Lima	Dr./1989	1D		
Françoise Toledo Reis	Dr./2001	-	LabSiN www.fisica.ufsc.br/~labsin	(iii), (vi), (vii) (xii)
Maria Luísa Sartorelli	Dr./1995	-		
Ivan Helmuth Bechtold	Dr./2004	2	LSA www.fsc.ufsc.br/~bechtold	(iii), (vi)
Lucio Sartori Farenzena	Dr./2001	2	LEMCE	(v)
Valderes Drago	Dr./1986	2	LEM	(iv), (xiii)
Luis Guilherme de Carvalho Rego	Dr./1997	2	www.fisica.ufsc.br/~lrego	(ix)
Antonio Nemer Kanaan	Dr./1996	1D	LATIS www.astro.ufsc.br/	(ii), (xi)
Raymundo Baptista	Dr./1992	1D		
Roberto Cid Fernandes	Dr./1995	1D		

XII. Referências bibliográficas

Alguns trabalhos recentes publicados por membros da equipe

1. Fritzen-Garcia, M. B.; Oliveira, I. R. W. Z.; Zanetti-Ramos, B. G.; Fatibello, O.; Soldi, V.; Pasa, A. A.; Creczynski-Pasa, T. B. "Carbon paste electrode modified with pine kernel peroxidase immobilized on pegylated polyurethane nanoparticles". *Sens. Actuators B-Chem.* 139(2), 570 (2009).
2. Creczynski-Pasa T. B.; Millone, M. A. D.; Munford, M. L.; de Lima, V. R.; Vieira, T. O.; Benitez, G. A.; Pasa, A. A.; Salvarezza, R. C.; Vela, M. E. "Self-assembled dithiothreitol on Au surfaces for biological applications: phospholipid bilayer formation". *Phys. Chem. Chem. Phys.* 11(7), 1077 (2009).
3. de Araujo, C. I. L.; Munford, M. L.; Delatorre, R. G.; da Silva, R. C.; Zoldan, V. C.; Pasa, A. A.; Garcia, N. "Spin-polarized current in permalloy clusters electrodeposited on silicon: Two-dimensional giant magnetoresistance". *Appl. Phys. Lett.* 92(22), 222101 (2008).
4. Ersching, K.; Campos, C. E. M.; de Lima, J. C.; Grandi, T. A.; Souza, S. M.; da Silva, D. L.; Pizani, P. S. "X-ray diffraction, Raman and photoacoustic studies of ZnTe nanocrystals". *J. Appl. Phys.* 105, 123532 (2009).
5. Campos, C. E. M.; de Lima, J. C.; Grandi, T. A.; Itie, J. P.; Polian, A.; Chervin, J. C.; Pizani, P. S.; Saitovitch, E. B. "Pressure-Induced Phase Transition of Mechanical Alloyed Nanocrystalline GaSb." *J. Phys. Cond. Mat.* **20**, 275212 (2008).
6. Campos, C. E. M.; Ersching, K.; de Lima, J. C.; Grandi, T. A.; Höhn, H. "Influence of minor oxidation of the precursor powders to form nanocrystalline CdTe by mechanical alloying." *J. Alloys Compounds* 466, 80 (2008).
7. Marcelo, N.F.; Vieira, A. A.; Cristiano, R.; Gallardo, H.; Bechtold, I. H. "Polarized light emission from aligned luminescent liquid crystal films based on 4,7-disubstituted-2,1,3-benzothiadiazoles" *Synthetic Metals* 159, 675 (2009).
8. Cristiano, R.; Gallardo, H.; Bortoluzzi, A. J.; Bechtold, I. H.; Campos, C. E. M.; Longo, R. L. "Tristriazolotriazines: a core for luminescent discotic liquid crystals." *Chem. Commun.* 41, 5134 (2008).
9. Cristiano, R.; Westphal, E.; Bechtold, I. H.; Bortoluzzi, A. J.; Gallardo, H. "Synthesis and optical/thermal properties of low molecular mass V-shaped materials based on 2,3-dicyanopyrazine". *Tetrahedron* 63, 2851 (2007).
10. Spada, E. R.; da Rocha, A. S.; Jasinski, E. F.; Pereira, G. M. C.; Chavero, L. N.; Oliveira, A. B.; Azevedo, A.; Sartorelli, M. L. "Homogeneous growth of antidot structures electrodeposited on Si by nanosphere lithography". *J. Appl. Phys.* 103(11), 114306 (2008).
11. Spada, E. R.; Pereira, G. M. C.; Jasinski, E. F.; da Rocha, A. S.; Schilling, O. F.; Sartorelli, M. L. "Anisotropic magnetoresistance in electrodeposited cobalt antidot arrays". *J. Magn. Mater.* 320(14) E253 (2008).
12. Bernardi, C.; Drago, V.; Bernardo, F. L.; Girardi, D.; Klein, A. N. "Production and characterization of sub micrometer hollow Ni-P spheres by chemical reduction: the influence of pH and amphiphilic concentration". *J. Mater. Sci.* 43(2), 469 (2008).

13. Silva, G. C.; Parrilha, G. L.; Carvalho, N. M. F.; Drago, V.; Fernandes, C.; Horn, A.; Antunes, O. A. C. "A bio-inspired Fe(III) complex and its use in the cyclohexane oxidation". *Catalysis Today* 133, 684 (2008).
14. Carvalho, N. M. F.; Horn, A.; Faria, R. B.; Bortoluzzi, A. J.; Drago, V.; Antunes, O. A. C.; "Synthesis, characterization, X-ray molecular structure and catalase-like activity of a non-heme iron complex: Dichloro[N-propanoate-N,N-bis-(2-pyridylmethyl)amine]iron(III)", *Inorg. Chim. Acta* 359(13), 4250 (2006).
15. Rego, L. G. C.; Batista, V. S. "Quantum dynamics simulations of interfacial electron transfer in sensitized TiO₂ semiconductors". *J. Am. Chem. Soc.* 125, 7989 (2003).
16. Abuabara, S. G.; Rego, L. G. C.; Batista, V. S. "Influence of thermal fluctuations on interfacial electron transfer in functionalized TiO₂ semiconductors", *J. Am. Chem. Soc.* 127, 18234 (2005).
17. Rego, L. G. C.; Santos, L. F.; Batista, V. S. "Coherent control of quantum dynamics with sequences of unitary phase-kick pulses". *Ann. Rev. Phys. Chem.* 60, 293 (2009).
18. Coelho, P.; Mendes de Oliveira, C.; Cid Fernandes, R. Cid. "An analysis of the composite stellar population in M32". *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 396, 624 (2009).
19. Barbosa, F. K. B.; Storchi-Bergmann, T.; Cid Fernandes, R.; Winge, C.; Schmitt, H. "Gemini/GMOS IFU gas velocity 'tomography' of the narrow line region of nearby active galaxies". *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 396, 2 (2009).
20. Asari, N. V.; Stasinska, G.; Cid Fernandes, R.; Gomes, J. M. S. M.; Schlickmann, M.; Mateus, A.; Schoenell, W. "The evolution of the mass-metallicity relation in SDSS galaxies uncovered by astropaleontology". *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 396, 71 (2009).