Depto. de Física dos Materiais e Mecânica
+55 11 3091-6979 / rgimenes@if.usp.br

IFUSP
Instituto de Física da USP

OF.DFMT 017/2019
ADS/rbgb

São Paulo, 15 de março de 2019.

Senhor Diretor:

Informo V. S.a que o Conselho do Departamento, em sua 490ª Sessão Ordinária, ocorrida em 13 de março de 2019, aprovou por unanimidade o Projeto Acadêmico do DFMT.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Antonio Domingues dos Santos
Chefe do Departamento de Física dos
Materiais e Mecânica do IFUSP

Ilmo. Sr.
Prof. Dr. Marcos Nogueira Martins
Diretor do USP

Depto. de Física dos Materiais e Mecânica
+55 11 3091-6979 / rgimenes@if.usp.br

IFUSP
Instituto de Física da USP

Projeto Acadêmico do Departamento de Física dos Materiais e Mecânica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Quinquênio 2019-2023

1. Missão, visão e valores do DFMT

Missão

O Departamento de Física dos Materiais e Mecânica (DFMT) tem como missão criar e disseminar conhecimento teórico e experimental em Física da Matéria Condensada, propiciando ambiente criativo e produtivo para a formação de profissionais, preparando-os para a utilização de novas tecnologias e com conhecimento para enfrentar desafios e propor inovações tecnológicas, atendendo e antecipando as necessidades da Sociedade.

Visão

Ser um departamento capacitado para a geração de conhecimento de fronteira em Física Básica e Aplicada com padrão de excelência em nível internacional, e que possa trazer produtos inovadores em benefício da sociedade.

Valores

Ter um corpo docente ético, colaborativo, ativo em pesquisa e com conhecimento atualizado.

2. Contextualização

O DFMT foi criado na década de 1960, por sugestão do Prof. Mario Schenberg, que vislumbrou que seria estratégico para o país se inserir no âmbito das pesquisas em física do estado sólido. Desde o início trabalhou com as propriedades fundamentais de materiais, o que obrigou a instalação progressiva de um parque instrumental criogênico sofisticado. Na década de 1980, o DFMT já possuía uma estrutura experimental bastante sólida e um grupo teórico muito atuante. Naquele momento, visando consolidar as suas linhas de pesquisa e se estabelecer como referência na pesquisa em física da matéria condensada, o DFMT se dividiu em quatro grupos de pesquisa totalmente independentes entre si, que são o Laboratório de Estado Sólido e Baixas Temperaturas (LESBT), o Laboratório de Materiais Magnéticos (LMM), o Laboratório de Novos Materiais Semicondutores (LNMS) e o Grupo Teórico em Propriedades Eletrônicas dos Materiais.

Na metade da década de 90, duas linhas de pesquisa em desenvolvimento no DFMT, já tinham se consolidado e se constituíram como laboratórios independentes, o Laboratório de Transições de Fase e Supercondutividade e o Laboratório de Magneto-Óptica e Espectroscopia Não-Linear. Este arranjo perdurou até cerca de dez anos atrás, quando floresceu no mundo uma miríade de novas linhas de pesquisa em materiais, devido ao desenvolvimento de complexos sistemas instrumentais de produção e caracterização de materiais. Um termo significativo deste período é a área de nanociência e nanotecnologia, mas também as áreas de investigação no grande tema da física da matéria condensada que não eram contempladas no Departamento. Como consequência desta transformação e visando abranger um maior número de linhas de pesquisa, as linhas de pesquisa desenvolvidas no DFMT começaram a individualizar os temas de trabalho. Este novo arranjo interno está propiciando ao DFMT uma maior integração dos diferentes laboratórios em termos de pessoal técnico, instrumentação e colaborações científicas intra-departamental. Isto certamente reforça a atuação dos grupos de trabalho frente as suas colaborações nacionais e internacionais.

Assim, podemos dizer que atualmente, no DFMT há dois grandes grupos de pesquisa: um que desenvolve teoria em Física da Matéria Condensada e de Materiais e outro dedicado a parte experimental. Dentro dos dois grupos há subgrupos, que atuam em tópicos mais

específicos e em estreita colaboração não só científica, mas também compartilhando facilidades computacionais e laboratoriais.

O DFMT conta atualmente com 7 laboratórios e dois grupos atuando na área teórica, organizados como segue:

(1) Laboratório de Estado Sólido e Baixas Temperaturas (LESBT),

Prof. Valmir Antonio Chitta (MS5)

Prof. Rafael Sá de Freitas (MS3)

Prof. Armando Paduan Filho (Professor Senior)

Prof. Nei Fernandes de Oliveira Junior (Professor Senior)

(2) Laboratório de Materiais Magnéticos (LMM),

Prof. Antonio Domingues dos Santos (MS5)

Prof. Daniel Reinaldo Cornejo (MS5)

Prof. Luis Carlos Camargo Miranda Nagamine(MS3)

(3) Laboratório de Novos Materiais Semicondutores (LNMS),

Prof. Gennady Gusev (MS6)

Prof. Alain André Quivy (MS5)

Profa. Euzi Conceição Fernandes da Silva (MS5)

Prof. Félix Guillermo Gonzalez Hernandez (MS3)

Prof. Alexandre Levine (MS3)

(4) Laboratório de Transições de Fase e Supercondutividade,

Prof. Renato de Figueiredo Jardim (MS6) – afastado desde de julho de 2016, Diretor da Escola de Engenharia de Lorena

Prof. Carlos Castilla Becerra (Professor Senior)

(5) Laboratório de Magneto-Óptica e Espectroscopia Não-Linear

Prof. André Bohomoletz Henriques (MS6)

(6) Laboratório de Nanomateriais e Aplicações (ainda não cadastrado no CNPq)

Prof. Danilo Mustafa (MS3) – (ingressou em agosto de 2015)

(7) Laboratório de Matérias Funcionais e Altas Pressões (ainda não cadastrado no CNPq)

Prof. Julio Antonio Larrea Jiménez (MS3) – (ingressou em janeiro de 2018)

(8) Grupo de Física Teórica e Computacional de Materiais

Profa. Marília Junqueira Caldas (MS6)

Prof. Antonio José Roque da Silva (MS6)- afastado desde 2008, Diretor-Geral do CNPEM

Profa. Lucy Vitória Credidio Assali (MS5)

Profa. Helena Maria Petrilli (MS5)

Prof. Caetano Rodrigues Miranda (MS3) – (ingressou em março de 2015)

Prof. Luis Gregório Godoy Dias da Silva (MS3)

(9) Grupo de Termodinâmica Quântica e Transporte Quântico (QT2)

Prof. Gabriel Teixeira Landi (MS3) – (ingressou em julho de 2016)

Estes laboratórios e os grupos teóricos desenvolvem atividades cujo objetivo é o desenvolvimento da Pesquisa Básica, bem como a formação de recursos humanos por meio do aprimoramento de habilidades e competências no campo da Física dos Materiais, pautados na articulação entre teoria e prática.

As linhas de pesquisa desenvolvidas nos grupos são:

(1) Laboratório de Estado Sólido e Baixas Temperaturas (LESBT),

As principais linhas de pesquisa deste laboratório são:

- Estudo experimental de sistemas eletrônicos fortemente correlacionados, incluindo propriedades magnéticas e de transporte elétrico de óxidos de metais de transição, sistemas metálicos nanoestruturados e materiais magnéticos geometricamente frustrados.
- Investigação das propriedades magnéticas e de transporte de sistemas magneticamente diluídos, semicondutores magnéticos diluídos, heteroestruturas semicondutoras com impurezas magnéticas, isolantes topológicos e sistemas que

exibem magnetismo molecular, utilizando técnicas experimentais que empregam baixíssimas temperaturas e altos campos magnéticos. As principais técnicas utilizadas são: efeito Hall, magnetoresistência, magnetização e susceptibilidade magnética.

(2) Laboratório de Materiais Magnéticos (LMM),

O Laboratório de Materiais Magnéticos orienta suas pesquisas ao abrangente campo das propriedades magnéticas da matéria. A excelente infraestrutura do laboratório permite a produção e caracterização de novos materiais por uma variada gama de técnicas experimentais. As principais linhas de pesquisa do LMM são:

- Estudo de estruturas plasmônicas envolvendo filmes finos e nanopartículas de Au/Ag e materiais magnéticos;
- Micromagnetismo experimental em objetos magnéticos microscópicos com o uso de microscopia ótica de varredura em campo próximo;
- Produção de nanopartículas magnéticas e de metais nobres por método físico.
- Fenômenos magnéticos mesoscópicos, estáticos e dinâmicos, em sistemas heterogêneos de baixa dimensionalidade: nanopartículas, nanofios e filmes finos multicamadas.
- Propriedades magnéticas estáticas e dinâmicas de multicamadas híbridas ferromagneto/supercondutor.
- Efeitos do campo elétrico no magnetismo de filmes finos ferromagnéticos.
- Estudo dos efeitos de interação magnética em nanopartículas de ferritas recobertas com um material antiferromagnético, do tipo casca-caroço, preparadas por método químico.
- Influência de dopantes (terra-rara e metal de transição) nas propriedades estruturais, campos hiperfinos e eletrônicas (concentração de portadores de carga que visitam o núcleo da sonda Mössbauer), em nanopartículas de SnO_2, preparadas pelo método precursor com polímero.
- Estudo das interações de troca em filmes de Permalloy/AF, onde AF=IrMn e NiO.
- Nanomateriais: caracterização de nanopartículas de óxidos de ferro em ferrofluidos.
- Estudo de sistemas de nanopartículas magnéticas diluídas em matrizes biocompatíveis para transporte e ou liberação de drogas, e magneto-hipertermia.

(3) Laboratório de Novos Materiais Semicondutores (LNMS),

As pesquisas efetuadas no LNMS se dedicam ao crescimento e à caracterização de semicondutores na forma de heteroestruturas, nanocristais, poços, pontos e anéis quânticos, entre as quais podemos destacar:

- Estudo de heteroestruturas semicondutoras que servem de base para a fabricação de dispositivos de estado sólido tais como fotodetectores de radiação infravermelha e céulas solares de compostos III-V fabricados em sala limpa por processo fotolitográfico. A caracterização destas estruturas é feita pela associação de várias técnicas óticas, elétricas e morfológicas, como fotoluminescência, absorção por FTIR, curvas I-V, responsividade com corpo negro, medidas de ruído e microscopia de força atômica, além de modelagens teóricas, visando a otimização do desempenho dos dispositivos e sua aplicação em várias áreas estratégicas para o país como meio ambiente, saúde, aeroespacial, energia, engenharia, transporte, agropecuária e defesa.
- Em anos recentes tem havido um crescimento no interesse por materiais nos quais os efeitos quânticos se manifestem em um amplo intervalo de energias e escalas de tamanho. Tais materiais são chamados de materiais quânticos e incluem supercondutores, grafeno, isolantes topológicos, semimetais de Weyl, líquidos quânticos de spin, e gelos de spin. Muitas das propriedades destes sistemas derivam da baixa dimensionalidade, em particular do confinamento de elétrons em folhas bi-dimensionais. O grupo estuda a resposta ótica deste tipo de sistemas utilizando a rotação da polarização de ondas transmitidas (ou refletidas) por estes materiais em medidas de rotação de Faraday (ou rotação de Kerr). Especificamente, centramos o foco da pesquisa no transporte de spin em materiais 2D e na quantização da resposta ótica em isolantes topológicos. Para o primeiro tipo de sistema, utilizamos luz no infravermelho e para o segundo tipo, radiação na região de terahertz.
- Novos materiais para dispositivos spintrônicos, baseados em heteroestruturas de ligas de AlGaAs, estudando a energia de elétrons bidimensionais na presença de campo magnético (fator-g ínfimo), transporte em nanoestruturas com forte interação elétron-elétron e interação de spin eletrônico-nuclear.
- Recentemente, uma nova classe de estado topológico da matéria tem emergido, chamada de isolante topológico. A propriedade de superfícies desses isolantes pode

resultar em novos dispositivos spintrônicos ou magnéticos. Além disso, em combinação com supercondutores, isolantes topológicos podem levar a uma nova arquitetura de computadores quânticos com bit que possui propriedades topológicas. Esses isolantes já tiveram um impacto considerável em física de matéria condensada, deixando bem claro que os efeitos topológicos previstos somente para as temperaturas baixas e campos magnéticos altos podem determinar a física de materiais de sistemas macroscópicos em condições ambientais. Propomos a pesquisa de estados de isolantes topológicos e o efeito Hall quântico de spin em estruturas semicondutoras.

- Teoria de transporte nos sistemas de muitas partículas que interagem fortemente ainda é um desafio na física da matéria condensada. A tentativa bastante promissora veio da teoria hidrodinâmica. Descrição hidrodinâmica atrai muita atenção, pois oferece uma perspectiva não apenas na pesquisa em estado sólido, mas também em diversos campos na dinâmica dos fluidos, como a física de alta energia e a física do plasma. Em sistemas metálicos o regime hidrodinâmico é atingido, quando o caminho livre médio devido à colisão entre elétrons é muito menor do que o caminho livre médio devido ao espalhamento pela impureza ou no fônon. Propomos pesquisar efeitos hidrodinâmicos em estruturas semicondutoras.

(4) Laboratório de Transições de Fase e Supercondutividade,

Este laboratório dedica-se ao estudo experimental de sistemas eletrônicos fortemente correlacionados, incluindo propriedades magnéticas e de transporte elétrico de óxidos de metais de transição, sistemas metálicos nanoestruturados, supercondutividade em óxidos, metais e intermetálicos, e materiais magnéticos geometricamente frustrados.

(5) Laboratório de Magneto-Óptica e Espectroscopia Não-Linear

Efeitos quânticos, tais como superposição e emaranhamento de estados eletrônicos em particular do spin, são recursos com potencial de aplicação na tecnologia do futuro. Alguns dos desafios nesta área são a otimização dos tempos de vida do spin eletrônico e sua manipulação em escala de tempo ultra-curta. Aplicamos a espectroscopia de *pump-and-probe* na investigação de nano-estruturas de semicondutores magnéticos e não-magnéticos. Lasers com pulsos curtos (femto- ou pico-segundos) são utilizados para manipular o spin eletrônico.

O trem de pulsos gerado pelo laser é dividido em dois (*pump* e *probe*). A amostra é perturbada por um pulso *pump* e as alterações causadas pela perturbação são medidas com um pulso *probe*, devidamente deslocado temporalmente em relação ao pulso *pump* através de uma linha ótica de retardo. Algumas propriedades da amostra alteradas pela perturbação, tais como magnetização, refletividade, absorção e luminescência, são monitoradas, com resolução de femtosegundos. O projeto envolve o desenvolvimento de modelos teóricos utilizados para interpretar dados experimentais e é desenvolvido com a colaboração de vários grupos no Brasil e no exterior.

(6) Laboratório de Nanomateriais e Aplicações (ainda não cadastrado no CNPq)

A pesquisa em materiais baseados em íons terras raras apresenta um significante potencial para superar alguns dos problemas encontrados quando se tenta aplicar materiais com propriedades óticas, principalmente no desenvolvimento de fontes energias alternativas. A proposta da pesquisa em materiais luminescentes do Laboratório de Nanomateriais e Aplicações - LNA compõem uma parte importante e atual da área de ciência de novos materiais (preparação, caracterização e aplicação de nanomateriais emissores de luz). Essa linha de pesquisa se enquadra numa dinâmica científica e tecnológica compostas por temas multidisciplinares que possibilitam a integração do conhecimento principalmente das áreas de Física e Química.

Exemplos de materiais estudados pelo grupo:

- Nanotubos de hidróxidos duplos lamelares (LDH) dopados com íons terras raras para aplicações em catálise, sensibilizadores em células solares e transporte de material biológico ativo (*drug delivery*).
- Complexos luminescentes baseados em benzenotricarboxilatos dopados com íons terras raras para aplicações como marcadores óticos (dispositivo de segurança em cédulas monetárias, marcadores biológicos etc).
- Nanomateriais luminescentes e complexos β-dicetonatos dispersos em polímeros transparentes para aplicações em células de conversão fotovoltaica.

Apesar de recente no departamento, o laboratório conta com uma infraestrutura completa para a síntese dos materiais estudados assim como alguns equipamentos para sua caracterização obtidos com financiamentos concedidos principalmente pelas agências de fomento FAPESP e CNPQ.

(7) Laboratório de Matérias Funcionais e Altas Pressões (LMFAP) (ainda não cadastrado no CNPq)

Este grupo de trabalho foca sua pesquisa em encontrar evidencias experimentais de novos estados da matéria condensada e fenômenos quânticos exóticos, visando a realização de matérias funcionais para aplicações em tecnologias avançadas. O LMFAP tem ativa interação com colaboradores internacionais e locais. Dentro do DFMT, o LMFAP colabora com o Laboratório de Baixas Temperaturas e Estado Sólido, o Laboratório de Materiais Magnéticos, o Laboratório de Transições de fase, supercondutividade, e os grupos teóricos. Isto permite abordar temas multidisciplinares, como:

- Estudo de transições de fase quântica em fermions pesados, redes de Kondo e magnetos frustrados.
- Estudo de estados quânticos com topologia trivial e não trivial (estados topológicos).
- Estudo de estados emaranhados de spin (magnetismo quântico).
- Produção de materiais, em *bulk* e nanoestruturados, à pressão ambiente e em altas pressões, direcionado ao entendimento e aprimoramento da termoeletricidade, spintrônica e supercondutividade.
- Inclusão do uso da pressão como parâmetro de controle na síntese e caracterização de materiais.
- Desenvolvimento de métodos experimentais do estado da arte (calor específico, transporte elétrico, transporte térmico, medidas de magnetização, e espectroscopia Mössbauer) sob condições extremas de altas pressões, temperaturas ultrabaixas e altos campos magnéticos. Para isto, desenvolvemos a fabricação de diferentes células de pressão: célula de CuBe-limite 30 kbar, célula de Bridgman –limite 150 kbar, célula de Bigorna de diamantes-limite 250 kbar e célula de pressão uniaxial – limite 20 kbar. Estas células são adaptadas às diferentes facilidades criogênicas do DFMT para medir propriedades físicas em condições de pressão uniaxial e hidrostáticas.
- Desenvolvimento de modelos teóricos fenomenológicos que visem explicar nossos resultados experimentais.

(8) Grupo de Física Teórica e Computacional de Materiais

O grupo teórico de materiais se dedica ao estudo de propriedades de diversas categorias de materiais, incluindo semicondutores convencionais, metais e óxidos, nos estados sólido, puros ou em ligas, ordenados ou desordenados; semicondutores orgânicos, em forma condensada e em outros compostos orgânicos, como macromoléculas. Além disso, são parte do estudo as interfaces, tais como, as superfícies livres destes materiais, a automontagem de orgânicos sobre inorgânicos, e as formas nanoestruturadas, como nanofios (semicondutores e metálicos) e novas formas de carbono, que incluem nanotubos e nanofitas de grafeno. Inclui-se no escopo de interesse do grupo o estudo dos novos *materiais topológicos*, cujas propriedades eletrônicas são determinadas por aspectos da topologia de sua estrutura de bandas e/ou pela presença de excitações e quasi-partículas com carga topológica não-nula.

Em todos esses assuntos, as propriedades são estudadas do ponto de vista atomístico, onde são investigadas propriedades estruturais (ligações, montagens), eletrônicas, óticas, magnéticas e de transporte, dependendo do sistema específico. Podemos citar, como exemplo, o tema relacionado com defeitos e impurezas, em semicondutores ou óxidos, em nanofios ou nanofitas de carbono, onde as investigações levam ao entendimento de como a presença do defeito afeta as propriedades de transporte eletrônico através do sistema e quais suas implicações para as propriedades óticas ou magnéticas, e assim por diante.

Constitui também tema da pesquisa teórica o estudo de efeitos de correlação eletrônica em materiais nanoestruturados (pontos quânticos semicondutores, junções moleculares, moléculas adsorvidas em superfícies, nanofitas de grafeno, etc.) além de isolantes e supercondutores topológicos. Esses materiais são excelentes para a investigação de uma rica variedade de fenômenos físicos, tais como efeitos de muitos corpos (por exemplo, o efeito Kondo), transições de fase quânticas e transporte eletrônico fora do equilíbrio e fases topológicas da matéria. Como ferramentas principais são utilizados métodos numéricos baseados em grupo de renormalização, tais como o grupo de renormalização numérico (NRG), o grupo de renormalização por matriz densidade (DMRG) e suas respectivas versões dependentes do tempo (tNRG e tDMRG).

As abordagens teóricas compreendem formalismos de dinâmica molecular clássica (CMD); dinâmica molecular quântica semiempírica “tight-binding” (TBMD); formalismos “ab initio” de campo médio dentro da Teoria do Funcional da Densidade (DFT) e da Teoria de Hartree-Fock (HF), além de métodos que vão além das teorias de campo médio, como teoria

de perturbação de muitos corpos (sobre HF e também sobre DFT) e métodos de combinação de configurações. As ferramentas computacionais utilizadas, em geral, são de domínio acadêmico público, mas o grupo também vem tendo continuada atuação em desenvolvimento de formalismos.

Nesse contexto, o grupo também desenvolve metodologias em multiescala percorrendo cálculos de primeiros princípios, simulações atomísticas, redes de Boltzmann e métodos do continuo. Essas simulações em multiescala estão sendo integradas com técnicas emergentes em modelagem de materiais, tais como aprendizado de máquina, mineração e triagem computacional de dados. Elas são também utilizadas em visualização científica, a partir de experiências imersivas dos materiais em nanoescala, utilizando realidade virtual, tanto para projetar novos materiais nanoestruturados e explorar processos e fenômenos em múltiplas escalas em tempo real, quanto para disseminação da nanociência e a nanotecnologia para o público em geral.

Estamos atuando em diversas frentes envolvendo i) física de superfícies e interfaces; ii) nanotecnologia com aplicações em tecnologias do petróleo, energia, infraestrutura e alimentos; iii) simulações em nano e microfluídica e materiais sob condições extremas. As aplicações envolvem materiais para energia (baterias, células a combustível, petróleo e gás, produção e armazenamento de hidrogênio, combustíveis solares, catálise de etanol), assim como de interesse em infraestrutura (cimento, asfalto) e alimentos. Recentemente, iniciamos esforços na linha de micro e nanofluídica, incluindo ações no estabelecimento de uma parte experimental dessa área no IFUSP em sinergia com a modelagem computacional. Os projetos desenvolvidos mantêm uma colaboração direta com o setor produtivo e mostram a potencialidade das simulações computacionais no entendimento e determinação das propriedades fundamentais dos materiais com aplicações em problemas industriais. Potencializando assim, uma ponte direta entre ciência básica e problemas industriais de interesse estratégico nacional.

A infraestrutura computacional tem sido construída através de projetos submetidos às agências de fomento FAPESP e CNPq, além das facilidades oferecidas pelo Laboratório de Computação Científica Avançada da USP e pelos CENAPADs, principalmente daquele situado em Campinas.

(9) Grupo de Termodinâmica Quântica e Transporte Quântico (QT2)

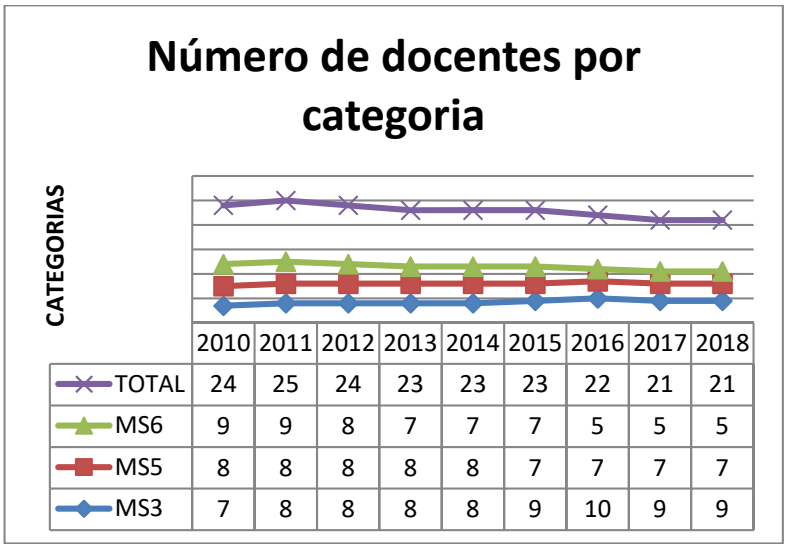
Desenvolve pesquisa em física teórica na área de termodinâmica quântica e transporte quântico, inseridas no contexto mais amplo da área de informação quântica. A pesquisa é tanto de caráter fundamental quanto aplicado. Há um interesse particular nas chamadas tecnologias quânticas 2.0, como computação quântica e sensores quânticos. O principal objetivo do grupo é combinar recursos térmicos, como calor e trabalho, com recursos genuinamente quânticos, como emaranhamento, para produzir novos dispositivos.

As principais linhas de pesquisa são:

- Desenvolver o formalismo teórico para quantificar a irreversibilidade em processos envolvendo sistemas quânticos.
- Formular teorias que combinem termodinâmica com recursos quânticos, como emaranhamento e coerência.
- Projetar e caracterizar máquinas térmicas quânticas.
- Examinar transições de fase quânticas induzidas por dissipação em sistemas quânticos abertos.
- Investigar fenômenos de transporte em cadeias quânticas unidimensionais.

A produção acadêmica do departamento compilada com as informações depositadas no banco de dados Lattes do CNPq mostra que a produção do Departamento de Física dos Materiais e Mecânica no período 2012/2018 é intensa e representa cerca de 1/6 da produção acadêmica global do IF.

A Figura 1 mostra evolução do número de docentes do departamento em cada categoria, para um período de 9 anos, aproximadamente, e a Figura 2 a distribuição etária dos docentes do DFMT.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
TOTAL	24	25	24	23	23	23	22	21	21
MS6	9	9	8	7	7	7	5	5	5
MS5	8	8	8	8	8	7	7	7	7
MS3	7	8	8	8	8	9	10	9	9

Figura 1 - Evolução temporal do número de docentes do DFMT em cada categoria no período de 2010 a 2018.

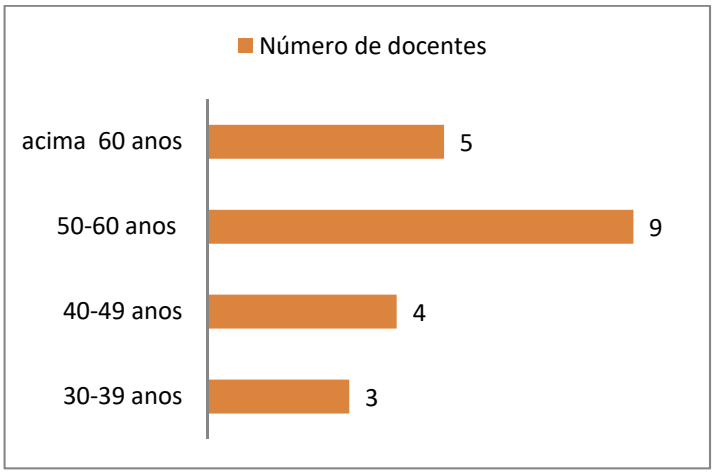
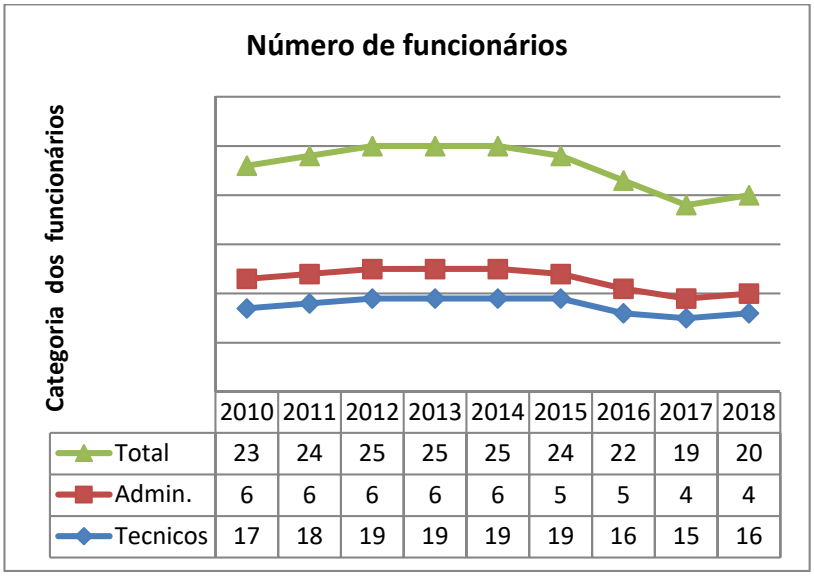


Figura 2 - Distribuição da idade dos docentes ativos - base dezembro de 2018.

A análise da **Figura 1** mostra perda significativa no número de docentes, de 25 docentes em 2011 para 21 docentes em 2018, o que representa uma redução de ~15% do quadro de docentes do DFMT. Cabe ressaltar que no período de 2011 a 2018, tivemos a aposentadoria de seis Professores Titulares do DFMT. A **Figura 2** mostra que a grande maioria dos docentes (14) do DFMT tem idade na faixa dos 50-60 ou acima de 60 anos, o que representa aproximadamente 66% do seu quadro docente. Dados que aqui não são mostrados, ainda indicam que há vários docentes (5 docentes) que estão em condições de se aposentar em um breve intervalo de tempo (de aproximadamente 3 anos), o que aponta a necessidade emergencial da recomposição do quadro de docentes do DFMT. Por outro lado, entre 2015 e 2018, tivemos o ingresso no DFMT de quatro novos docentes, todos com alta produtividade, que iniciaram novas áreas de pesquisa e estão buscando as suas consolidações.

Este fato é consequência de decisão do DFMT, de não mais privilegiar nos concursos de entrada as áreas de pesquisa dos grupos existentes. Esta decisão foi consoante com a ideia de buscar a expansão das áreas de pesquisa e também aumentar a possibilidade de interação com os meios não acadêmicos.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total	23	24	25	25	25	24	22	19	20
Admin.	6	6	6	6	6	5	5	4	4
Tecnicos	17	18	19	19	19	19	16	15	16

Figura 3 - Evolução temporal do número de funcionários do DFMT em cada categoria no período de 2010 a 2018.

Os dados da **Figura 3** apresentam a evolução do quadro de funcionários do DFMT. De 2012 até 2018, houve uma diminuição de cinco (5) servidores alocados no DFMT. Esta diminuição não foi natural, por aposentadoria. São oriundas de Planos de Demissão Voluntária implementados pela Universidade. O DFMT perdeu funcionários fundamentais para o desenvolvimento de tarefas essenciais. A Oficina Mecânica que antes contava com um contingente de 4 funcionários tem no momento apenas um único funcionário. E outra das facilidades coletivas do departamento, que é o Complexo da Criogenia, que produz um insumo primordial para 80% da pesquisa realizada nos laboratórios do DFMT, conta, no presente momento, com um único funcionário capaz de operar o sistema. Com certeza, se estas capacidades não forem recompostas, não será possível dar continuidade à investigação científica de excelência, praticada nos laboratórios do DFMT por mais de 50 anos.

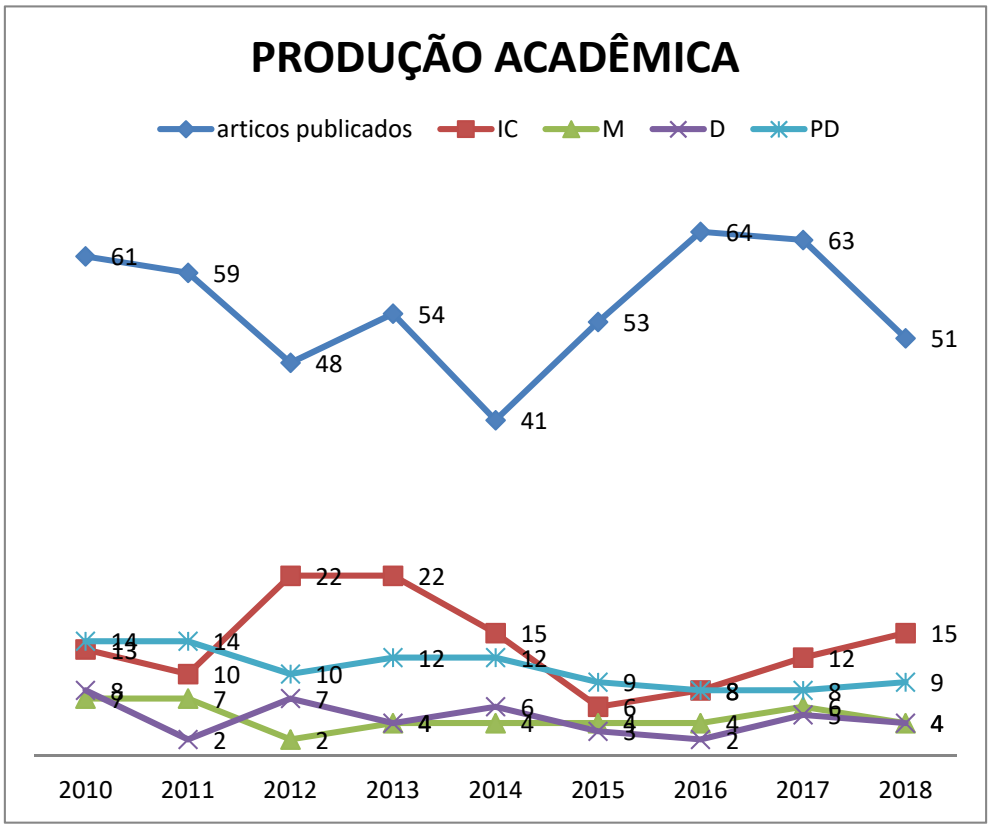


Figura 4 – Evolução temporal de indicadores diversos do DFMT.

Na figura 4, mostramos alguns indicadores da produção científica do DFMT: o número de trabalhos publicados em periódicos internacionais com árbitro, números supervisões de pós-doutorados concluídas ou em andamento, teses de doutorado concluídas, dissertações de mestrado concluídas e o número de estudantes de iniciação científica em atividade no departamento. Temos uma média de 55 artigos publicados por ano, ou 2,6 artigos por docente. Mantemos em média 09 pós-doutorandos trabalhando no DFMT e temos formado cerca de 10 pós-graduandos (mestrados e doutorados). Acreditamos que os números atuais refletem o processo de transformação em curso no DFMT e a substituição de Professores Titulares por novos docentes, que necessitam em geral, alguns anos para popularem seus laboratórios com estudantes de pós-graduação e estabilizarem as suas produções acadêmicas. Este fato é mais visível no número de artigos publicados e de alunos de IC, nos últimos anos. Portanto, consideramos que estes índices devem apresentar melhores resultados no próximo período.

Além disto, cabe ressaltar que o DFMT tem contribuído enormemente no âmbito do engajamento institucional, sendo que no último quinquênio, tivemos três Diretores de

unidade (IF e EEL), quatro docentes como Presidentes de Comissões Institucionais (CPG, CPq e CCex) e um docente como Diretor do LNLS e depois, como Diretor-Geral do CNPEM.

3. Objetivos, Metas e Ações

3.1 – Pesquisa

Objetivos

O DFMT é um departamento que sempre procurou manter alta produtividade, com excelência acadêmica. Uma inspeção cuidadosa dos dados da Figura 4 indica que: em 2011 (25 Prof.) o DFMT foi responsável pela publicação de 59 artigos (razão de ~2.35 artigos/docente) e em 2018 (21 Prof.) o número de artigos foi de 51 (razão de ~ 2.43), o que indica uma recuperação dos níveis anteriores. Nos últimos anos, vários fatores contribuíram para que a sua produção científica sofresse uma oscilação: antigas lideranças científicas faleceram ou aposentaram-se e a renovação das linhas de pesquisa, que tem agora um caráter também tecnológico ou multidisciplinar, com interfaces na biologia, medicina, química e engenharia, estão em fase de consolidação.

Metas

A meta principal de todo o corpo docente do DFMT é dar continuidade ao desenvolvimento de pesquisa de alto nível, via publicação de artigos científicos em excelentes revistas e jornais, artigos esses, de preferência, co-autorados com alunos de iniciação científica, mestrado e doutorado e pós-doutores. São também consideradas metas: continuar com a manutenção e ampliação de colaborações científicas nacionais e internacionais, manter e ampliar as participações em congressos e conferências nacionais e internacionais, aumentar a captação de recursos visando modernizar o parque instrumental, ampliar as facilidades computacionais e laboratoriais do departamento, continuar a exercer papel de destaque na comunidade nacional e continuar colaborando com a comunidade científica brasileira e mundial não apenas na participação de comitês, bancas, corpo editorial de revistas etc, mas também na emissão de pareceres para jornais, agências de fomento etc.

Ações

Para alcançar estas metas, é fundamental que o DFMT

- continue o seu processo de renovação do seu quadro docente, admitindo pesquisadores com perfis de liderança e atuação nas áreas de Física da Matéria Condensada, de Física dos Materiais e de Nanomateriais.
- aumente o número de pesquisadores estrangeiros visitantes em estágios de longo período para um período maior de interação com o corpo docente e discente. Estas iniciativas visam preservar a sua tradição de desenvolver pesquisa científica de forma competitiva.
- reformule a sua infraestrutura laboratorial, preservando as suas competências técnicas e modernizando a sua instrumentação científica e computacional.
- realize a manutenção e atualização do Serviço de Criogenia, que é essencial para 80% da pesquisa experimental desenvolvida no DFMT.
- crie as condições materiais, com espaço, infraestrutura e suporte técnico para os novos docentes do DFMT.

3.2 – Ensino

Como as atividades de ensino de graduação e pós-graduação são centralizadas nas Comissões de Graduação e de Pós-Graduação, os docentes do DFMT continuarão a contribuir regularmente para estas atividades, dentro do acordo interno ao IF. Porém, desenvolveremos atividades complementares, descritas abaixo.

Objetivos

Manter a colaboração com o Instituto na formação de graduandos em diversas áreas do conhecimento através das atividades didáticas de nossos docentes.

Colaborar ativamente com os dois Programas de Pós-graduação sediados na Unidade tanto no oferecimento de disciplinas quanto na orientação de dissertações e teses.

Aumentar a visibilidade do DFMT frente aos estudantes de graduação e pós-graduação do IF.

Metas

Aumentar a interação com os estudantes do IF, visando

- continuar a formação de recursos humanos de excelente qualidade para a sociedade.
- o aumento do número de estudantes de IC, mestrado, doutorado e de pós-doutorado atuando nos grupos do DFMT (Figura 4).

Ações

- incentivar a criação e manter ativas disciplinas optativas para a graduação em áreas de interesse do DFMT.
- Realizar com regularidade atividades de divulgação científica para os alunos de graduação do IF, como Palestras e Seminários; participação no Curso de Verão do IF; e organizar anualmente uma atividade aberta de Pré-iniciação Científica.
- incentivar os docentes do DFMT a produzirem livros e material didático nas áreas de interesse do DFMT.
- quanto ao processo de internacionalização, os docentes devem ampliar as colaborações científicas internacionais, estabelecendo novos convênios bilaterais para continuar proporcionando aos seus estudantes de pós-graduação estágios de pesquisa no exterior.

3.3 – Extensão

Objetivos

No que se refere à Cultura e Extensão, os objetivos são muito variados:

- os docentes certamente continuarão prestando os serviços às agências de fomento, revistas e jornais de circulação internacional, assim como à sociedade brasileira. Os docentes do departamento também continuarão a ministrar palestras no ciclo Física para Todos e cursos no USP-Escola, promovidos pela Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da USP, a participar de programas de rádio e televisão, de ministrar palestras, colóquios e seminários em Universidades e Centros de Pesquisa no país e exterior etc.
- manter em condições operacionais o Serviço de Criogenia, que além de atender a demanda interna, fornece insumos criogênicos para os Departamentos do IF e outras unidades da USP.
- ampliar o atendimento à comunidade externa ao DFMT, do serviço de caracterização de materiais magnéticos e semicondutores, e em dispositivos semicondutores.
- ampliar a ação não acadêmica, através de consultorias e projetos específicos com empresas, dentro das especializações existentes no DFMT.

- Consolidar iniciativas propondo o diálogo entre Física e Arte para facilitar a compreensão dos fenômenos físicos a partir de atividades artísticas.
- promover a integração das pesquisas realizadas com ações para estimular e inspirar os mais jovens, em particular as mulheres à carreira científica.
- disseminação da nanotecnologia para o público em geral através do desenvolvimento, capacitação e utilização de tecnologias e experiências imersivas em escala nanométrica.

Metas

- manter as atividades de apoio às agências de fomento e revistas científicas, e as atividades de divulgação científica.
- obter recursos financeiros através de projetos nas agências de fomento para preservar a capacidade de fornecimento dos insumos criogênicos, pelo Serviço de Criogenia, necessários ao DFMT e aos usuários externos.
- expandir o atendimento dos serviços de caracterização de materiais magnéticos e semicondutores às empresas.
- Catalisar projetos envolvendo o setor produtivo, em particular as oportunidades decorrentes dos fundos setoriais
- Ampliar as iniciativas quanto ao uso de elementos de arte na divulgação das pesquisas realizadas no IFUSP (Teatro e Música), bem como trazer a sociedade para aprender técnicas modernas de Física para e pela arte.
- Consolidar as iniciativas envolvendo experiências imersivas e ampliar sua atuação para o público externo na divulgação de nanociências e nanotecnologia.

Ações

- incentivar a ação pró-ativa dos docentes do DFMT, frente às atividades de Cultura e Extensão.
- ampliar a capacidade de trabalho do Serviço de Criogenia, com a incorporação ou a formação de um técnico especializado, que é necessário para manter a operação regular deste Serviço.
- melhorar a divulgação da disponibilidade do serviço de caracterização de materiais, através da *homepage* do DFMT.

- incentivar os docentes do DFMT a divulgarem suas atividades de pesquisa em eventos voltados para a indústria, especialmente aquelas envolvendo produtos e materiais de alta tecnologia.
- Convidar o setor produtivo a conhecer o DFMT quanto ao seu pioneirismo e suas potencialidades enquanto agente científico e tecnológico de inovação.

4. Gestão Administrativa

- Desenvolver um banco de dados do DFMT contendo as mais importantes informações relacionadas com pesquisa, graduação, pós-graduação e cultura e extensão e também reconfigurar o site do departamento, visando dar maior visibilidade e dinamismo ao seu funcionamento.
- O Serviço de Criogenia é essencial para os docentes experimentais do DFMT e é um foco constante de atenção. Ele dispõe de uma Comissão de Coordenação que rege a sua operação. A incorporação ou formação de um técnico especializado neste serviço é fundamental.
- Manteremos uma Oficina Mecânica no DFMT, pois precisamos de muita agilidade na manutenção do Serviço de Criogenia e dos arranjos experimentais criogênicos.
- A sala de informática do DFMT, que atende o Grupo Teórico necessita de readequação do seu sistema elétrico e de ar condicionado.
- Um dos dois sistemas de água refrigerada necessita ser totalmente substituído e buscaremos recursos para isto.
- Devido à incorporação de docentes com novas linhas de pesquisa é necessário rever a distribuição dos equipamentos nos laboratórios, visando otimizar a ocupação de espaço.
- Estimular o corpo funcional a participar dos processos ditos acadêmicos assim como ampliar sua atuação nos processos de investigação científica.
- Estimular o corpo funcional a participar de cursos de capacitação em diversos segmentos de interesse do Departamento.

5. Indicadores para avaliação

Acreditamos que os indicadores mais adequados para a avaliação do DFMT e de seus docentes sejam:

- Livros e artigos publicados em revistas científicas indexadas, com árbitro e de circulação internacional.
- Recursos financeiros captados em agências de fomento e outras fontes.
- Formação de recursos humanos (IC, Mestrado e Doutorado).
- Supervisão de treinamentos de pós-doutores.
- Colaborações científicas internacionais e Pesquisadores Visitantes.
- Palestras e apresentações de trabalhos convidados em Reuniões Científicas.
- Patentes submetidas.
- Volume do atendimento à demanda de ensino (Graduação e Pós-Graduação) na instituição.
- Atividades de Cultura e Extensão.