

O Instituto de Física de São Carlos

DJALMA MIRABELLI REDONDO

A primeira unidade da USP a funcionar no *campus* de São Carlos foi a Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). A aula inaugural foi proferida por Lucas Nogueira Garcez, em 1953, governador do estado de São Paulo na ocasião, e os seus cursos de engenharia civil foram ministrados, durante os primeiros anos, na Casa d' Itália, imóvel pertencente então à Sociedade Alighieri de São Carlos e que hoje pertence à USP (servindo para a CDCC – Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural).

Nessa época foram lançadas as sementes do futuro IFSC: em 1956, vieram a São Carlos, para integrar a Cadeira de Física Geral e Experimental da EESC os professores Sergio Mascarenhas Oliveira e Yvonne Primerano Mascarenhas, seguidos logo depois por Milton Ferreira de Souza, Guilherme Fontes Leal Ferreira, Laércio Gondim de Freitas e vários outros que a esses se juntaram nos anos seguintes, que não só implantaram as disciplinas de Física para o curso de engenharia da EESC, mas também iniciaram uma tradição em pesquisa científica que se prolonga, aperfeiçoando-se sempre, até os dias de hoje.

As atividades de pesquisa se iniciaram naquele mesmo ano de 1956 com a montagem de um pequeno laboratório para estudos de separação de cargas elétricas em transições de fase de materiais dielétricos. É também dessa mesma época a implantação das oficinas de apoio que permitiram a construção de equipamentos para a pesquisa e para o ensino da Física Experimental, onde prestaram relevantes serviços os técnicos Carlos Alberto Trombella, Salvador Binda Sanches Vera e Sebastião Bastos Pereira.

As atividades científicas daquele pequeno e ativo grupo de pesquisadores receberam um grande impulso durante os anos sessenta, em consequência do apoio recebido da *Fulbright Commission*, que permitiu a vinda de professores visitantes de universidades americanas para ministrar cursos e colaborar na implantação de várias linhas de pesquisa teórica e experimental e, ao mesmo tempo, propiciar a ida de vários membros do grupo aos Estados Unidos para estagiarem em renomados laboratórios de pesquisa. Durante esse mesmo período foram construí-

dos vários laboratórios de pesquisa com o apoio financeiro do CNPq e do BID.

Com o passar dos anos, o volume de trabalhos científicos do Departamento de Física Geral e Experimental da EESC já justificava plenamente a sua emancipação em unidade autônoma. Em 1971, foi criado o Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC) com o seu pessoal docente e técnico-administrativo distribuídos em dois novos departamentos: o Departamento de Física e Ciência dos Materiais (DFCM) e o Departamento de Química e Física Molecular (DQFM). E com essa estrutura, durante os próximos vinte e três anos, seriam criados cursos de graduação, pós-graduação e implantados vários laboratórios de pesquisa em áreas relevantes da Física e da Química, tanto de natureza básica como aplicada.

A partir do início da década de oitenta, o IFQSC iniciou um importante ramo de atividades de extensão, centralizadas na Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural – CDCC – que hoje tem seu domínio de atuação estendido por todo o Brasil. É através da CDCC que são ministrados os cursos de aperfeiçoamento para professores da rede estadual de segundo grau e nos seus laboratórios e oficinas que são concebidos e realizados os *kits* para ensino de Física da já conhecida Experimentoteca da Coordenadoria.

A expansão natural do trabalho acadêmico, proveniente de um dinamismo incontido, exigiu novo desdobramento, desta vez criando, em 1994, a partir do IFQSC, as duas mais jovens Unidades da USP: IFSC e o IQSC.

O Instituto foi criado com dois departamentos: Departamento de Física e Informática (DFI) e o Departamento de Física e Ciência dos Materiais (DFCM), que resultaram do desmembramento do Departamento de Física e Ciências dos Materiais do IFQSC.

Cursos de graduação e pós-graduação

O Instituto desenvolve as suas atividades didáticas através da ministração de cursos de graduação e de pós-graduação.

Os cursos de graduação oferecidos são:

- bacharelado em Física: curso diurno, com 40 vagas e quatro anos de duração mínima, destinado a formar bacharéis em Física, é oferecido com duas opções: Teórico-experimental e Física Computacional;
- licenciatura em Ciências Exatas: curso noturno, com 40 vagas, de

quatro anos de duração mínima, destinado à formação de docentes nas disciplinas de Física, Química e Matemática para o ensino de segundo grau, Ciências Físicas e Biológicas para o primeiro grau.

Os cursos de pós-graduação do Instituto são oferecidos em duas áreas de concentração:

- Física Básica. Esta área tem por objetivo formar pesquisadores e docentes universitários. São oferecidos programas de mestrado e doutorado.
- Física Aplicada. Objetivando formar pesquisadores em áreas interdisciplinares da Física e da Tecnologia. São oferecidos programas de mestrado e doutorado.

A pesquisa

As atividades de pesquisa do IFSC podem ser agrupadas dentro das seguintes áreas da Física:

Física teórica

- semicondutores: propriedades eletrônicas e de transporte dinâmico, éxcitons, estrutura de bandas, interação elétron-fónon em heteroestruturas; impurezas em heteroestruturas e poços quânticos; super-redes: tunelamento e espectro de níveis de impurezas;
- relatividade geral: movimento de cargas puntiformes; polarizabilidades eletromagnéticas do próton;
- física molecular: espectro vibracional de moléculas via análise de simetria;
- metais: propriedades de impurezas em meios metálicos, sistemas de Fermions pesados e supercondutores; teoria funcional da densidade;
- mecânica estatística: transições de fase; propriedades termodinâmicas de sistemas de spins em redes hierárquicas; grupo de renormalização;
- teoria de campo e mecânica estatística bidimensionais;
- estudo de redes de neurônios usando arquitetura de camadas;
- mecânica estatística de redes neurais e de problemas de otimização combinatorial;
- estudo de simetrias em física molecular; análise de éxcitons em semicondutores; o problema de três corpos: método hipersférico;
- simulação de dinâmica molecular de líquidos dipolares e experiências numéricas em sistemas de elétrons adsorvidos em filmes de hélio líquido;
- percolação direcionada em redes regulares bidimensionais;
- transição de colapso em polímeros ramificados;
- multifractais.

Recursos: seis estações de trabalho Sun, um computador Micro-Vax, microcomputadores AT-386 e AT-286.

Instrumentação eletrônica

- desenvolvimento de instrumentação eletrônica de propósito geral, para medição, aquisição, controle e processamento de dados;
- desenvolvimento de arquiteturas dedicadas de computadores;
- desenvolvimento de *hardware* e *software* para visualização e processamento de imagens;
- avaliação e estudo de arquitetura de computadores tolerantes a falhas, e de arquiteturas RISC.

Recursos: o grupo dispõe de equipamentos de teste e medição para desenvolvimento de circuitos e sistemas eletrônicos (osciloscópios e colímetros digitais, avaliadores lógicos) e dispõe também de equipamentos de computação incluindo microcomputadores e estações de trabalho, como ferramentas computacionais para desenvolvimento de *software*.

Biofísica

- estudo de hidratação e oxigenação de hemoglobina e mioglobina por espectroscopia na região visível e RPE;
- métodos teóricos para transferência de elétrons em proteínas;
- modelos teóricos para enovelamento de proteínas;
- estudo de ligação dos íons metálicos em diferentes moléculas de mioglobinas, aminoácidos e peptídeos;
- formação e caracterização (RPE) radicais livres formados por radiação e eletroquímica em moléculas e em cristais moleculares de interesse biológico;
- processos de oxirredução do íon ferro de anéis porfirínicos por RPE;
- efeitos quânticos em reações químicas e biofísicas;
- eletrônica molecular;
- espectroscopia ótica e fotoacústica de moléculas de interesse biológico;
- espectroscopia resolvida no tempo de cinética de reações.

Recursos: espectrômetro de RPE Varian-e (bandas L, X e Q), espectrofotômetro (UV, V e NIR), espectropolarímetro (UV e V), espectrômetro fotoacústico, centrífuga refrigerada. Infra-estrutura química e bioquímica.

Semicondutores

- crescimento epitaxial por feixe molecular de compostos de arseneto de gálio, e suas ligas com índio e alumínio; caracterização e dispositivos;
- caracterização do transporte elétrico em filmes semicondutores produzidos por MBE;
- fotorrefletância e fotoluminescência em filmes semicondutores;
- estudo das propriedades magneto-ópticas de estruturas semicondutoras;
- crescimento e caracterização de silício poroso;

Recursos: máquina de crescimento de epitaxia por feixes moleculares (MBE), espectroscopia de fotorrefletância, capacitância-voltagem, análise por SIMS.

Física atômica

- desaceleração e aprisionamento de átomos neutros em armadilhas magneto-ópticas;
- formação de filmes de silício amorfo hidrogenado;
- estudo teórico de efeitos coletivos em átomos;
- espectroscopia de alta resolução com feixes de átomos lentos desacelerados por lasers.

Recursos: dois lasers de argônio, dois lasers de corante em anel, vários tipos de lasers de diodo, sistemas de vácuo, sistemas de feixes atômicos, etc.

Ressonância magnética e magneto-óptica

- estudo das propriedades magnéticas de materiais isolantes magnéticos e de supercondutores de alta temperatura crítica por técnicas de ressonância magnética nuclear e eletrônica e suscetibilidade magnética AC;
- propriedades magnético-ópticas em isolantes magnéticos;
- EPR de íons paramagnéticos em cristais;
- espectroscopia de alta resolução em sólido (zeolitas e polímeros) por ressonância magnética nuclear (RMN);
- tomografia por ressonância magnética nuclear: instrumentação, desenvolvimento de *software* e pesquisas médicas;
- caracterização de condutores iônicos (cristalinos, vítreos e poliméricos) por RMN pulsada;
- estudo de sistemas hidratados por RMN.

Recursos: laser de argônio e um *dye laser*, fontes convencionais, imã supercondutor (6 Tesla), espectrômetro de RMN pulsado (15-40 MHz), espectrômetro RPE (banda X), espectrômetro de RMN pulsado de alta resolução em sólidos (2 T com MAS, CP), tomógrafo de RMN (0,05 T) (todos equipamentos não comerciais). Infra-estrutura mecânica, eletrônica e de informática. Laboratórios de radiofrequência e informática.

Cristalografia

- determinação de estruturas moleculares cristalinas por difração de raios-X;
- purificação, cristalização e determinação de estrutura molecular de proteínas por difração de raios-X;
- refinamento de estrutura e de parâmetros reticulares de amostras policristalinas por difração de raios-X, usando método de Rietveld;
- determinação de estrutura de pequenas moléculas por difração de raios-X por monocristais;
- espalhamento de raios-X a baixo ângulo por soluções de macromoléculas e por materiais amorfos.

Recursos: difratômetro automático para mono e policristais, laboratórios de bioquímica (cromatografia, espectrofotometria, eletroforese, Câmaras frias e câmara de cristalização), estações gráficas, microcomputadores e acesso a rede USP, câmara escura, geradores de raios-X e câmaras de difração para mono e policristais.

Óptica

- óptica não linear em semicondutores, empregando as técnicas de dois fótons e Raman estimulado para estudar poços quânticos em super-redes;
- desenvolvimento de técnicas de desenho óptico e de componentes ópticos de precisão; instrumentos para espectroscopia;
- estudo da conjugação de fase, biestabilidades óptica e mistura de ondas em cristais dopados com cromo;
- tecnologia de estabilização de lasers de semicondutores;
- transferência de energia induzida por um fóton;
- espectroscopia de ondas evanescentes;
- espectroscopia em cristais de niobato de lítio dopados com íons de terras raras;
- defeitos em sólidos cristalinos (óxidos e halogenetos alcalinos) através de técnicas de espectroscopia de absorção óptica e medidas de corrente de despolarização termoestimulada;

- desenvolvimento de lasers de centro de cor;
- óptica não linear em semicondutores com pulsos curtos, pelos métodos de *pump and probe* e varredura longitudinal;
- propriedades ópticas em filmes finos amorfos dopados;
- estudos de relaxação dielétrica de impurezas em sólidos e filmes.

Recursos: quatro lasers de argônio, dois lasers de criptônio, seis lasers de corante, laser de: Nd: YAG de alta potência, laser de Nd: YAG de pulsos curtos, espectrofotômetro UV-V dispersivo, espectrofotômetro com transformada de Fourier (IVL-UV). Infra-estrutura para confecção de vários tipos de componentes ópticos.

Crescimento de cristais

- crescimento e caracterização de cristais e de fibras monocristalinas óxidas e de suas soluções sólidas pelos métodos de fusão e de solução em altas temperaturas;
- preparação de filmes de compostos supercondutores de altas temperaturas críticas;
- preparação e caracterização de monocristais de halogenetos alcalinos;
- preparação de monocristais de família do KDP e TGS pelo método de solução aquosa;
- preparação de monocristais de compostos semicondutores III-V e de ligas de Si-Ge;
- preparação de substratos e componentes monocristalinos para aplicações em dispositivos científicos-tecnológicos;
- estudos dos mecanismos de transporte de massa e calor e da cinética de adsorção associados aos processos de crescimento.

Recursos: preparação de monocristais óxidos: Czochralski (Autox-Cambridge *Instruments*), *Floating Zone* com fusão a laser-fibras óxidas, forno Cemon-solução em altas temperaturas; preparação de monocristais halogenetos alcalinos: Czochralski para alto vácuo, Bridgmann de duas zonas automatizadas; preparação de compostos semicondutores: Czochralski (Kokusai) – ligas Si-Ge, Czochralski – monocristais III-V; solução aquosa – técnicas disponíveis: *slow cooling*, *solvent evaporation*, *temperature gradient*; preparação de substratos e componentes: laboratórios de raios-X e laboratório completo de corte e polimento.

Polímeros condutores e isolantes

- estudo de propriedades físicas e elétricas de polímeros convencionais, ferroelétricos, condutores e filmes de Langmuir-Blodgett

(LB) (teórica e experimental);

- técnicas de carregamento por descarga corona, canhão eletrônico, e, medidas de condutividade, absorção dielétrica, atividade piezoelétrica, polarização remanente e campo coercivo em materiais ferroelétricos e correntes termoestimuladas;
- estudo de descarga corona e desenvolvimento de transdutores de eletretos e piezoelétricos, sensores para detecção de sobretensões em linhas de distribuição de energia elétrica;
- estudos de propriedades de polímetros para dispositivos de óptica não linear.

Recursos: sala limpa classe 10000 e cubas de Langmuir para fabricação de filmes LB, equipamentos para preparação de filmes e polímeros condutores, sistemas para medidas de processo elétricos termoestimulados; triodo de corona com carregamento com corrente constante, canhão de elétrons, histerese dielétrica; ponte de capacitância, piezoelectricidade, voltímetros eletrostáticos, condutividade por radiação ionizante e sistema de pulso térmico.

Materiais vítreos e cerâmicos

- preparação e caracterização de materiais vítreos e cerâmicos de alta tecnologia, usando o método solgel;
- desenvolvimento de sílica amorfa de grau óptico; estudo das propriedades aerogéis;
- preparação e caracterização de vidros de fluoretos;
- estudo de nucleação em vidros;
- pesquisas com cerâmicas supercondutoras.

Recursos: microscópico eletrônico de varredura (Zeiss), analisador de EDX, analisador de impedância, viscosímetro, fornos para tratamentos térmicos (1200° e 1700° C), sistemas de vácuo, centrífuga refrigerada, capelas, câmara seca e infra-estrutura química.

Supercondutores cerâmicos

- preparação e caracterização elétrica de óxidos supercondutores, preparados por reação em estado sólido;
- preparação de compostos óxidos policristalinos para estudos estruturais ópticos.

Recursos: fornos de preparação (até 1200° C) programáveis e com atmosfera controlada; sistema para medida de resistividade e tensão Hall (até 77K); sistema de vácuo.

Ensino de Física para o 2º grau

- desenvolvimento de kits e recursos instrucionais de Física, Química e Biologia e de equipamentos para aulas demonstrativas;
- estudo de propostas curriculares para os cursos de formação de professores e avaliação de alternativas metodológicas introduzidas;

Recursos: dispõe-se de instrumentação para práticas em mecânica, eletricidade e magnetismo, termodinâmica, ondas e oscilações e óptica e física moderna. Infra-estrutura de oficinas de vidros, óptica, mecânica e eletrônica para a fabricação de peças e equipamentos. Facilidades de Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural (CDCC): biblioteca, museus, laboratórios de Química, Física, Biologia e Informática, observatório astronômico e oficinas.

Djalma Mirabelli Redondo é professor do Departamento de Física e Informática do Instituto de Física de São Carlos da USP.