

# Ótica e Fotônica

*Jaime Frejlich*

*Sandra Vianna*

*Luiz Davidovich*

*Antonio Zelaquett Khoury*

*Niklaus Ursus Wetter*

## Sumário Executivo

Disciplina fundamental no desenvolvimento progresso da ciência, a Ótica se coloca ainda hoje na fronteira do conhecimento. Para constatar o fato, basta verificar a grande quantidade de prêmios Nobel oferecidos, nas últimas duas décadas, a pesquisadores que usaram técnicas da Ótica em seus trabalhos.

No Brasil, há bom número de cientistas envolvidos em trabalhos da área. De acordo com dados da Plataforma Lattes, do CNPq, há hoje 162 pesquisadores listados sob a categoria “Física com especialização em Ótica” e outros 652 sob “Propriedades Óticas, Espectroscopia e Matéria Condensada”. Vale também destacar que, dos 123 Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia em funcionamento, quatro são diretamente ligados à área: “Fotônica”, “Fotônica para telecomunicações”, “Informação quântica” e “Ótica e fotônica”. Uma das razões para isso é o enorme potencial que a Ótica oferece em termos de inovação tecnológica, tanto no desenvolvimento de instrumental científico como para a geração de produtos para a sociedade, sobretudo no setor de telecomunicações.

Para o futuro, é preciso investir na ampliação do número de cursos de formação em Ótica nas universidades brasileiras. Além disso, os membros da comunidade envolvidos nessas linhas de pesquisa precisam se engajar mais na participação em encontros científicos e comissões.

## Estado da Arte

Área da Física de grande importância para o desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil, a Ótica vem se desenvolvendo rapidamente nas últimas décadas. No que diz respeito aos aspectos científicos, o aprimoramento da área pode ser mensurado pela quantidade de prêmios Nobel oferecidos, nos últimos 20 anos, para pesquisadores que utilizaram técnicas da Ótica em suas pesquisas.

No aspecto tecnológico, a Ótica está muito ligada às técnicas de instrumentação e de controle de produção na indústria, em especial na área de sensores. Também está diretamente ligada às modernas técnicas de comunicações via fibra óptica e, provavelmente, será decisiva no desenvolvimento de novas tecnologias de computação, tanto clássica como quântica.

Em geral, as indústrias são altamente dependentes de instrumentação óptica, apesar de a área ainda ser pouco explorada no Brasil.

Atualmente, no país, as pesquisas na área de Ótica estão fortemente concentradas nos temas de ótica quântica e informação quântica; física atômica e molecular; matéria condensada; telecomunicações e sensores óticos; medicina/biologia com ênfase em fototerapias, odontologia e oftalmologia; e instrumentação ótica, instrumentação de lasers e dinâmica de lasers.

Em ótica quântica e informação quântica, o interesse tem se voltado para o desenvolvimento de métodos para caracterizar, transmitir, processar, armazenar, compactar e utilizar a informação contida em sistemas quânticos.

Os sistemas quânticos explorados em laboratórios compreendem: átomos frios (UFPE, USP-SP e SC, Unicamp), fótons emaranhados (UFMG, UFAL, UFRJ, UFF), pinças óticas (UFMG, Unicamp, UFRJ), poços quânticos (LNLS) e ressonância magnética nuclear (CBPF, UFPE, USP-SC).

Na parte teórica, outros grupos brasileiros investigam propriedades de estados emaranhados, efeitos do ambiente em sistemas quânticos e propostas de realização de operações elementares de computação quântica em diversos sistemas físicos e algoritmos computacionais.

As pesquisas de ótica ligadas à área de física atômica e molecular têm como tema central o estudo da interação desses sistemas com a radiação eletromagnética, visando obter informações tanto com relação à estrutura quântica como à manipulação e ao controle quântico desses sistemas.

Em particular, os experimentos que vêm sendo realizados em átomos e moléculas frias visam o estudo de sistemas quânticos macroscópicos, com fluídos quânticos fermiônicos (USP-SC), correlações quânticas em sistemas atômicos (UFPE, USP-SP, Unicamp), produção e controle da interação entre átomos de Rydberg e entre átomos e superfícies (USP-SC, UFPE, UFPB).

Outro interesse é o desenvolvimento e uso de padrões de tempo e frequência baseados em átomos frios e no uso de pentes de frequência (Unicamp, USP-SC). Em matéria condensada, grande parte dos experimentos envolve a espectroscopia não linear de materiais híbridos, micro e nanoestruturados, vitro-cerâmicas e vidros dopados com íons de metal de transição.

Um interesse atual vem se concentrando em magneto-ótica, spintrônica, materiais fotônicos micro e nanoestruturados e dispositivos fotônicos (Unicamp, UFPE, USP-SC, UFAL).

A linha de Telecomunicações e sensores óticos tem mostrado crescente interesse em dispositivos e no desenvolvimento de técnicas óticas, responsáveis pela amplificação, detecção e modulação em sistemas de comunicação ótica, visando um significativo avanço na capacidade de transmissão (Unicamp, UFCE, PUC Campinas).

No que diz respeito à medicina e biologia com ênfase em fototerapias, odontologia e oftalmologia, estão sendo desenvolvidos estudos básicos na terapia fotodinâmica com relação à dosimetria e seletividade de células tumorais (USP-SC, UFPE, IPEN), além de métodos óticos para detecção de diversas alterações teciduais e para diagnóstico ótico de tumores.

## Brasil na Área

Em 2009, 252 sócios da SBF estavam inscritos na Comissão de área “Ótica e Fotônica” e muitos doutores cadastrados na Plataforma Lattes, do CNPq, se registraram na subárea “Física” com especialização em Ótica (162 pesquisadores) e Propriedades Óticas, Espectroscopia e Matéria Condensada (652).

Em termos mais amplos, encontramos doutores trabalhando nos seguintes tópicos: Instrumentação ótica (424); Telecomunicações óticas (196); Ótica geométrica (142) e Computação ótica (222). Existe, ainda, interesse crescente em áreas como Ótica quântica, Ótica/física atômica e Ótica aplicada à medicina ou biologia, com ênfase em fototerapias, odontologia e oftalmologia.

Por outro lado, de um total de 695 participantes, apenas 71 brasileiros tiveram interesse em participar, em 2007, da 6ª Conferência Iberoamericana de Ótica (RIO) e do 9º Encontro Latino-americano de Ótica, Lasers e Aplicações (OPTILAS), ambos eventos realizados em Campinas.

Os “*students chapters-OSA*” também foram criados em sete universidades brasileiras (UFPE, São Carlos, UFAL, Unicamp, Mackenzie, PUC-Rio e UFGS), indicando o interesse crescente de estudantes na área. Vale destacar, ainda, que dos 123 Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia em funcionamento, quatro são diretamente ligados à Ótica: “Fotônica” (UFPE); “Fotônica para telecomunicações” (UNICAMP); “Informação quântica” (UNICAMP); e “Ótica e fotônica” (USP/São Carlos).

## Desafios e Perspectivas

Dentro da Física, a Ótica é uma das áreas mais promissoras em termos de desenvolvimento tecnológico por conta da facilidade com que os assuntos investigados nas universidades podem ser transformados em produtos à disposição da sociedade.

Essa é também uma área de grande interesse da indústria por causa da grande quantidade de técnicas de controle e de instrumentação que utilizam técnicas Óticas. Existe um número significativo de indústrias na área

da Óptica que foram geradas ou iniciadas nas universidades, tanto para produção e fabricação de produtos como para a prestação de serviços:

### **Opto-Eletrônica (São Carlos-SP)**

Fundada em 1985 e originada no IFSC/USP, a empresa participa do programa CBERS no qual é responsável por fabricar a câmera MUX para o satélite CBERS-3, capaz de gerar imagens de 20 metros de resolução, e do desenvolvimento de óculos de visão noturna (OVN) para o Exército Brasileiro, além de lentes, espelhos e espoleta de proximidade para o míssil MAA-1 Piranha, MAA-1B e MAR-1, produzidos pela Mectron de São José dos Campos (SP), e que hoje equipa caças da Força Aérea Brasileira (FAB).

### **Optovac (Osasco-SP)**

Fundada em 1986 com o propósito de desenvolver tecnologia genuinamente brasileira em áreas específicas. A empresa desenvolveu e fabricou, pela primeira vez no Brasil, câmeras no infravermelho termal. Possui todas as autorizações legais para desenvolver, fabricar e comercializar equipamentos optrônicos para aplicações militares.

### **Br Labs (Campinas-SP)**

É uma empresa “spin-off” do Instituto de Física da Unicamp, localizada na incubadora CIATEC do pólo de tecnologia de Campinas. Possui um laboratório de óptica e eletrônica e conta com uma equipe de físicos, engenheiros e técnicos em eletro-eletrônica. A empresa desenvolve equipamentos ópticos para aplicações científicas, industriais e de segurança pública, incluindo sistemas de lasers de estado sólido e semicondutores; espectrômetros, lasers e filtros de terahertz; sistemas de gravação e microfabricação a laser; e módulos eletrônicos tais como fotodetetores, controladores de temperatura e fontes de corrente. Recebeu suporte financeiro da FAPESP e FINEP.

### **Laserlab (Campinas-SP)**

Empresa de manutenção de lasers e de equipamentos oftalmológicos. Desde 1978 presta suporte e assistência técnica para aparelhos de Laser *Nidek*, *Trimedyn*, *Soflight*, *Spectra Physics*, *Coherent Radiation*, *Lexel*, *Sharplan*, *HGM*, *Laservall* etc.

**Bonavision (São Paulo-SP)**

Sediada no CIETEC, entre os produtos da empresa estão: lente para ampliar escalas (lupa) de mão; lente para ampliar escalas (lupa) de apoio, pré-focada; e prancha de leitura acoplada a lupa.

**Innovatech (São Paulo-SP)**

Também sediada no CIETEC, a empresa fabrica materiais com alta precisão utilizando o laser como ferramenta de produção, dirigida para a área de medicina e saúde.

**Lasertools (Rio Pequeno-SP)**

Empresa de base tecnológica que executa serviços de processamento de materiais com o emprego de lasers de NeodímioYAG. Executam principalmente os seguintes serviços: corte de chapas metálicas e de laminados híbridos; marcação industrial e de código de barras; furação de metais e cerâmicas; usinagem em simetria cilíndrica; soldagem sem propagação de calor; e tratamento térmico superficial.

**Optolink (Campinas-SP)**

A empresa, fundada em 1998, tem a comunicação por fibra óptica seu principal foco de atuação. Fornece produtos e serviços para redes de fibras ópticas, telecomunicações, TV a cabo, automação industrial e indústria de sensores. Sua base de clientes inclui fabricantes de equipamentos, operadoras de Telecom, indústria petrolífera, empresas de energia elétrica, operadores de serviços, universidades e centros de pesquisas. A gama de produtos da Optolink inclui componentes passivos à fibra óptica, instrumentação óptica tanto para bancada, como para laboratórios e uso portátil no campo. A empresa também desenvolve e fabrica sistemas especiais para monitoramento, proteção e supervisão de redes ópticas.

**Optron (Campinas-SP)**

Fundada em 1983, a empresa atende às necessidades da pesquisa na área de óptica no Brasil com a produção de componentes mecânicos, necessários para a manipulação do laser e de outras fontes de luz. São projetados e produzidos posicionadores especiais, equipamentos eletromecânicos para posicionamento (como mesas de coordenadas XY),

equipamentos para laboratórios de análises clínicas, kit de ensino de física e os mais diversos produtos relacionados à óptica e posicionamento.

### **Luxsens (Campinas-SP)**

Gerada no IFGW/UNICAMP, a empresa funcionou inicialmente na incubadora da UNESP/Rio Claro, em 2009, e em 2011 foi transferida para o CIATEC (incubadora da cidade de Campinas). Desenvolve sensores ópticos e sua especialização reside na produção de velocímetros de efeito doppler para medida de vibrações mecânicas.

### **Photonita - Metrologia Óptica (Florianópolis-SC)**

Fundada em 2002 e formada por ex-colaboradores do Laboratório de Metrologia e Automatização da UFSC, hoje a empresa está na incubadora CELTA e atua no desenvolvimento e comercialização de sistemas ópticos de medição e na prestação de serviços especializados usando equipamentos desenvolvidos em conjunto com a UFSC.

## **Recomendações**

- Em termos de ensino de Ótica, existem poucas universidades no Brasil com cursos de formação em Ótica no sentido mais amplo, fora a inclusão de tópicos específicos ligados a áreas de atuação de alguns professores. Um levantamento detalhado deste assunto se faz necessário para a recomendação de políticas específicas na área.
- Existe um número expressivo de pesquisadores trabalhando em Ótica e áreas correlatas, mas com pouco envolvimento dentro da comunidade nacional em termos de participação em comissões, encontros científicos etc.
- Existem poucos cursos de formação básica e ampla em Ótica nas universidades brasileiras, tanto nas Engenharias como na Física, o que ainda representa um obstáculo ao crescimento da área no Brasil.