

Relatório Comissão de Área de Física da Matéria Condensada e Materiais

Sociedade Brasileira de Física

Período 2014-2018

Composição da Comissão de Área de Física da Matéria Condensada e de Materiais:

Adalberto Fazzio (Coordenador)
Eduardo Miranda
Mario Ernesto Giroldo Valério
Rodrigo Barbosa Capaz
Virgílio de Carvalho dos Anjos (Vice-coordenador)

Março de 2019

1. A Física da Matéria Condensada e Materiais no Mundo

A Física da Matéria Condensada e Materiais (FMCM) é o ramo da Física que se destina a estudar a matéria em suas fases “condensadas” (em sua maior parte, sólidos e líquidos), nas quais as partículas constituintes interagem fortemente e, por consequência, emergem comportamentos coletivos que dão origem a fenômenos físicos inesperados e aplicações diversas. Trata-se do maior ramo da Física, tanto no Brasil como no exterior, contando com cerca de 25% dos pesquisadores em Física (Fig. 1).

Figura 1 – Número de doutores formados nos EUA nos anos de 201 e 2011, por área. Fonte: “Trends in Physics PhDs”, P. J. Mulvey & S. Nicholson, AIP Statistics, Fev. 2014.

A Comissão de Física da Matéria Condensada e de Materiais da Sociedade Brasileira de Física, criada em 2010, representa os associados da SBF com atuação em FMCM. Atualmente, o número de sócios registrados na Comissão de FMCM também é cerca de 25% do total, como mostra a Tabela I. Este é um indicativo de que a proporção de Físicos da Matéria Condensada e Materiais no Brasil segue aproximadamente a mesma proporção internacional.

Área	Número de Associados	Porcentagem
Física Atômica e Molecular	618	7,3%
Física Biológica	489	5,8%
Física da Matéria Condensada e de Materiais	2184	25,7%
Física de Partículas e Campos	954	11,2%
Física de Plasmas	191	2,2%
Física Estatística e Computacional	978	11,5%
Física Matemática	160	1,9%
Física Médica	414	4,9%
Física na Empresa	73	0,9%
Física Nuclear e Aplicações	567	6,7%
Ótica e Fotônica	629	7,4%
Pesquisa em Ensino de Física	1240	14,6%

Tabela I – Número de associados em cada uma das áreas da SBF. Fonte: SBF.

Uma das atribuições da Comissão de FMCM é “coordenar estudos e avaliações sobre o desenvolvimento da área e elaborar, a cada cinco (5) anos, baseando-se em um estudo abrangente das tendências da área e da inserção brasileira neste cenário, relatório propositivo que subsidie a atuação da SBF em sua política de desenvolvimento da área”. O presente relatório serve a este propósito, cobrindo o período de 2014 a 2018.

Dividimos este relatório em 3 partes: (A) Análise qualitativa das áreas pesquisa de maior interesse atual na FMCM e da inserção brasileira nestas áreas; (B) Análise quantitativa da

produção científica brasileira em FMCM; e (C) Discussão sobre o Encontro de Outono da Sociedade Brasileira de Física.

(A) Análise qualitativa das áreas pesquisa de maior interesse atual na FMCM e da inserção brasileira nestas áreas

Optamos por fazer esta análise a partir das chamadas “Focus Sessions” em Matéria Condensada e Materiais do March Meeting da American Physical Society, comparando os anos de 2015 e 2019. Considerando o gigantismo deste Encontro, fizemos um análise por amostragem (e portanto incompleta), restrita apenas à primeira sessão do Encontro. No entanto, esta análise por amostragem já será suficiente para tirarmos algumas conclusões, como veremos a seguir:

2015	2019
Fe-Based Superconductors	Correlations and Topological States
Graphene	Dielectric & Ferroic Oxides
2D Materials Beyond Graphene	Dirac/Weyl Semimetals
Nanostructures and Metamaterials	Topological Superconductivity
Magnetism & Topological Insulators	Beyond Fermi Liquid Theory
Iridates and Ruthenates	Charge Order
Titanate Interfaces and Heterostructures	Fe-based Superconductors
Quantum Phase Transitions And Quantum Criticality	Defects in Semiconductors -- 1D, 2D, and Layered Materials
Materials by Theoretical Design	2D Materials
Carbon Nanotubes & Related Materials	Transport in Nanostructures
Advances in Scanned Probe Microscopy	Matter in Extreme Environments
Non-Adiabatic Dynamics	Machine Learning Material and Experimental Data
Emerging Ultrafast Technologies I	Precision Many Body Physics
Skyrmions	First-principles Modeling of Excited-state Phenomena in Materials
Antiferromagnets on Triangular Lattices	Big Data in Physics
Nanomagnetic Devices	Building the Bridge to Exascale: Applications and Opportunities for Materials, Chemistry, and Biology I
Molecular Magnets	Advanced Nanolithography and Machine Learning
Magnetic Oxide Films	Quantum Simulation of Many-Body Physics
Semiconductor Qubits - Single Donors	Superconducting Circuits
Topological Quantum Information	Fracture in Soft Materials
Organic Electronics and Stable Glasses and Their Properties	Addressing Molecular Magnetic Qubits (QIS1)
Extreme Mechanics: Origami, Kirigami and Mechanisms	Semiconducting Quantum Computing with Donors
Polymers and Soft Matter	Electric Field and Strain Control of Magnetism
	Spin Transport and Excitations in Antiferromagnets

	Multi-Qubit Characterizations and Cross-talk For Superconducting Qubits
	Photophysics and Pattern Formation in Thin Films
	4d/5d Transition Metal Systems -- Perovskite and Honeycomb Iridates
	Additive Manufacturing of Soft Materials
	Chirality in Polymers and Soft Matter
	Advanced Morphological Characterization of Polymers I: Imaging
	Smart and Responsive Polymers and Soft Materials
	Broadband Dielectric Spectroscopy of Polymers and Soft Matter

Tabela II – Algumas áreas de destaque do March Meeting da APS nos anos de 2015 e 2019.

Como se vê, vários temas que eram destaque em 2015 continuam importantes em 2019: *2D Materials*, *Fe-based superconductors*, *semiconductor qubits with donors*, entre outros. Nota-se ainda uma diminuição da importância de grafeno (apesar de ainda muito presente dentro do tema 2D Materials) e nanotubos de carbono e o aumento da relevância de temas relacionados a propriedades topológicas da matéria e ao uso de *big data* e *machine learning* em FMC

Como forma de ilustrar a inserção brasileira em áreas de fronteira, selecionamos o tema que talvez tenha sido o de maior interesse na área de FMC nos últimos 10 anos, o “grafeno”, para compararmos a evolução do número de publicações nacionais e internacionais nestes dois temas. O resultado está mostrado na Figura 2. Observamos que, ao longo dos anos, a fração do número de artigos brasileiros sobre este tema em relação ao total permanece aproximadamente constante, em torno de 1%. Isso indica uma boa capacidade da área de FMCM brasileira em responder ao surgimento de novas tendências e reflete um bom grau de internacionalização da área.

Figura 2 – Evolução ao longo dos anos do número de artigos no Brasil e no mundo relacionados ao tema “grafeno”. Fonte: Web of Science.

(B) Análise quantitativa da produção científica brasileira em FMCM

A Figura 3 mostra a contribuição brasileira (em valores percentuais) dos artigos publicados no Physical Review B deste 1977 até 2018. Esta revista foi escolhida por conter artigos nas mais diversas sub-áreas da FMCM. Obviamente, não se trata do único indicador possível para medir a evolução quantitativa da produção científica nacional na área, mas acreditamos que trate de um indicador que pode fornecer informações importantes.

Figura – Percentual de artigos brasileiros no Physical Review B entre 1977 e 2018.

Nota-se que houve nos anos 1990 uma mudança importante de um patamar em torno de 1,5% (com flutuações) até um patamar em torno de 2,5%, em torno do qual este indicador estacionou há cerca de 20 anos

(C) Discussão sobre o Encontro de Outono da Sociedade Brasileira de Física

O Encontro de Outono da Sociedade Brasileira de Física (EOSBF), antigo Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, é o principal encontro científico nacional organizado pela SBF que engloba a área de FMCM, e contribuir para a sua organização é uma das atribuições desta Comissão. A Figura 4 mostra a evolução do número de participantes deste encontro ao longo dos anos. A Tabela III mostra os valores que estão mostrados no gráfico, juntamente com outras informações (número de sócios da SBF e número de participantes em encontros correlatos) que são importantes para a análise.

Figura – Número de participantes do ENFMC/EOSBF ao longo dos anos. Os asteriscos indicam os anos em que houve “Encontro”.

Os dados evidenciam uma queda significativa do número de participantes na última década. Podem estar contribuindo para isto diversos fatores, como, por exemplo:

- (a) Mudança no mecanismo de financiamento dos participantes do Encontro, que antes costumava financiar diretamente a participação de pesquisadores não-bolsistas do CNPq ou FAPESP. Além disso, a crise orçamentária dos últimos 6 anos reduziu de maneira acentuada a disponibilidade de verbas para participação em e para a organização de eventos de maneira geral.
- (b) O aumento do número de reuniões científicas nacionais com foco mais específico.

Ano	Sócios SBF	ENFMC/EOSBF / Encontro	Local	Encontro de Física Estatística	SBPMA T
1988		650	Caxambu – MG		
1993	2066	750	Caxambu – MG		
1997	2857	880	Caxambu – MG		
1998	3072	889	Caxambu – MG		
1999	3445	900	São Lourenço – MG		
2000	3810	1003	São Lourenço – MG		
2001	4268	1140	São Lourenço – MG		
2002	5167	1019	Caxambu – MG		
2003	5675	1180	Caxambu – MG		

2004	6667	1300	Poços de Caldas – MG		
2005	7266	1414	Santos – SP		
2006	7939	1247	São Lourenço – MG		
2007	8435	1064	São Lourenço – MG		
2008	9049	1103	Águas de Lindoia – SP		
2009	9599	1222	Águas de Lindoia – SP		
2010	10309	1076	Águas de Lindoia – SP		1393
2011		1521 (*)	Foz do Iguaçu – PR		1559
2012	11992	987	Águas de Lindoia – SP		1478
2013	12504	870	Águas de Lindoia – SP		1288
2014	12846	922	Costa do Sauípe – BA		1794
2015		892	Foz do Iguaçu – PR	281	1661
2016		772 (*)	Natal – RN	--	1504
2017		481	Búzios – RJ	110	1293
2018	14103	581	Foz do Iguaçu – PR		1113

Tabela III – Número de participantes e locais de realização do ENFMC/EOSBF, em comparação com outros encontros correlatos. A segunda coluna mostra ainda o número de sócios da SBF ao longo dos anos (sem descontar os inadimplentes).

Deve-se chamar também a atenção para a nova política da SBF em acentuar o caráter itinerante do EOSBF, que consideramos bastante positiva, ainda que possa contribuir para uma redução do número de participantes ao afastar o Encontro das regiões com maior densidade de pesquisadores em ENFMC.

Como política para reverter ou estabilizar a queda do número de participantes, deve-se combinar o critério rigoroso em manter a qualidade científica do Encontro no mais alto nível possível com a realização em locais com atrativos turísticos para convidados estrangeiros e de fácil acesso (preferencialmente em cidades que disponham de aeroportos).