

TESE

PADRÕES DE COMUNICAÇÃO EM CIÊNCIA: O CASO DA FÍSICA DA MATÉRIA CONDENSADA NO BRASIL, NO PERÍODO 1950-1980

Rosali Fernandez de Souza

Pesquisadora, CNPq/IBICT - UFRJ/ECO

Resumo

O presente trabalho constitui um Relato de Pesquisa sobre padrões de comunicação em Física da Matéria Condensada no Brasil, no período 1950-1980, identificados principalmente por meio de investigação bibliométrica. Discorre sobre as obras clássicas da área de Comunicação em Ciência que embasaram a pesquisa. Descreve a concepção do trabalho e a metodologia adotada no seu desenvolvimento, fazendo considerações sobre os métodos de investigação empregados, no intuito de contribuir para outras investigações na mesma linha de pesquisa. Analisa, brevemente, a incorporação de novas tecnologias de informação no contexto da Comunicação Científica, visando a suscitar futuras investigações nessa direção. Por fim, relaciona os resultados obtidos na caracterização dos processos de desenvolvimento e de comunicação da comunidade estudada.

Palavras-Chave

Comunicação em Ciência
Análise da Literatura Científica
Análise de Comunidades Científicas no Brasil

1 Considerações iniciais

Um dos aspectos mais característicos de nossa época é, provavelmente, a importância que a Ciência e a Tecnologia alcançaram, não apenas em relação a sua evolução intrínseca mas, também, a seu impacto sobre o desenvolvimento econômico e social dos países. No Brasil, as atividades científicas foram

estabelecidas recentemente e a tecnologia ainda está galgando seus passos iniciais. Os primeiros empreendimentos de suporte institucional planejados para a Ciência e a Tecnologia ocorreram no país na década de cinquenta, com a criação do Conselho Nacional de Pesquisas, hoje Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Entretanto, o cenário somente alcançou mudanças significativas no começo dos anos setenta, quando o governo, através da criação de um Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT), aumentou a alocação de recursos para essas áreas.

Embora um iniciante nas atividades de pesquisa científica, o Brasil já se encontra num estágio "intermediário" de desenvolvimento científico. Em outras palavras, não está entre os países subdesenvolvidos, mas ainda não alcançou os desenvolvidos. Em algumas áreas da Ciência, como a Física, a literatura brasileira possui padrão internacional, comparável ao das comunidades das regiões desenvolvidas. Isto é constatado pela publicação de trabalhos científicos produzidos no país, nas mesmas revistas científicas pelas quais essas comunidades disseminam seus resultados de pesquisa.

É evidente ser a Informação um instrumento indispensável para o desenvolvimento de atividades de pesquisa científica, e a comunicação entre pesquisadores o meio vital para o progresso da Ciência.

O principal objetivo do trabalho é examinar uma determinada comunidade científica do país, sob dois aspectos, em termos de participação: a) no sistema internacional de Comunicação Científica; b) em uma comunidade científica, nas condições peculiares de um país em desenvolvimento. A investigação foi baseada nas seguintes premissas:

- é possível apresentar um panorama total ou parcial do sistema de comunicação em Ciência no Brasil. Sua análise indicará o que deve ser feito para auxiliar esse sistema a se desenvolver em futuro próximo;
- as técnicas de pesquisa bibliométrica são instrumentos válidos para investigar padrões do processo de comunicação, em países em desenvolvimento.

Como produtoras e usuárias de informação, as comunidades científicas têm comportamentos próprios, decorrentes da natureza da área do conhecimento a que pertencem.

Na impossibilidade de analisar todas as áreas, a Física foi a escolhida, por ter alcançado um estágio representativo de desenvolvimento. Mais especificamente, analisou-se a comunidade da subárea da Física da Matéria Condensada, uma vez que, no período estudado, esta contava com cerca de 40% do total de pesquisadores ativos em Física no país, e apresentava um número adequado de publicações, para análises estatísticas.

O estudo da comunidade compreendeu duas partes principais. A primeira, descreve o processo de desenvolvimento da comunidade, em termos de instituições, recursos humanos e literatura produzida e, com o objetivo específico de caracterizá-la e de determinar sua dinâmica de crescimento. A segunda parte expõe o processo de comunicação da comunidade pela identificação dos canais de Comunicação Científica usados para disseminar e adquirir informação para a atividade de pesquisa. O objetivo é identificar padrões de comunicação, considerando hábitos e necessidades da comunidade estudada, vista simultaneamente como produtora e usuária de informação científica.

Com os resultados obtidos nesta investigação, espera-se caracterizar a comunidade estudada (Física do Estado Sólido/Física da Matéria Condensada) quanto a seus padrões de comunicação e de desenvolvimento. Além disso, deseja-se que esses resultados, embora com alguns ajustes, possam ser válidos para outras comunidades da área estudada, ou seja, a Física. Tais resultados podem indicar padrões a serem encontrados em outros campos da Ciência, no país (como, por exemplo, na Química, Matemática e Biologia). Considera-se, ainda, que a metodologia explorada possa ser válida para investigar outras comunidades científicas no Brasil ou em outros países de contexto científico similar.

2 Revisão da literatura

O estudo de padrões do processo de comunicação em Ciência requer conhecimento do desempenho desse sistema. Devido a sua complexidade, tal conhecimento só pode ser obtido através de experiência pessoal ou de grande prática de pesquisa. Os parâmetros de análise deste trabalho resultaram de estudos prévios, destacando-se, em relação ao método de investigação bibliométrica, as pesquisas que apresentaram uma visão geral da estrutura e componentes do sistema de

comunicação em Ciência. Embora essa literatura analise comunidades científicas mais desenvolvidas, pode-se, através de comparações, discutir o problema de forma global, evidenciando, também, contextos específicos.

A comunicação como essência da Ciência é uma assertiva reconhecida não só pelos cientistas mas, também, por todos os que têm pesquisado esse complexo sistema social. Entre os últimos estão os cientistas sociais e os historiadores da Ciência, que estudam esse sistema como uma atividade humana, e os cientistas da informação, que se interessam em prover a informação certa, para a pessoa certa, no momento certo.

O sistema de comunicação em Ciência tornou-se objeto de intensa investigação desde que as pesquisas nessa área se intensificaram, depois da Segunda Guerra Mundial, gerando um crescimento exponencial da literatura científica publicada. Antes disso, cientistas e profissionais de informação conviviam com problemas contornáveis quanto ao conhecimento registrado: os primeiros, em termos de acesso e os últimos, em termos de processamento. Na época, os cientistas sociais e os historiadores da Ciência ainda não viam nesse fenômeno um assunto tão atraente para a pesquisa.

Essa situação mudou radicalmente no início da década de 60, quando Price (1963) estimou que a Ciência crescia exponencialmente e que a literatura científica estava dobrando a cada dez anos. Profissionais de diferentes formações acadêmicas e interesses sentiram-se atraídos a investigar o fenômeno e suas implicações na comunicação em Ciência como, por exemplo, a produção, disseminação e uso da informação científica.

Como resultado, a comunicação em Ciência tem sido estudada por pesquisadores com objetivos específicos e métodos de investigação diversos, refletindo suas interações com o sistema de comunicação em Ciência, tendo, porém, como objetivo último, a compreensão e/ou o desenvolvimento desse sistema.

Ziman (1968), com uma visão "internalística" da prática da Ciência, procura demonstrar as relações sociais pelas quais interações intelectuais se estabelecem entre cientistas: como ensinam, promovem atividades, se comunicam, criticam, homenageiam, se dão crédito. Sendo o autor um praticante da Ciência, com base em sua experiência ele revela o "sabor" da vida acadêmica, que tem regras próprias e sobre o qual pouco se escreveu e se falou.

Uma visão geral do sistema é dada por Meadows (1974), que refere extensa bibliografia, de cerca de 255 itens, confirmando sua intenção em reunir relevantes trabalhos de pesquisa sobre Comunicação, espalhados pelas diversas disciplinas acadêmicas, tais como História, Sociologia da Ciência e Ciência da Informação. Nessa obra, considerada "estado-da-arte" sobre o assunto, o autor examina o crescimento da Comunicação Científica, leva em conta sua estrutura e interrelaciona suas causas e efeitos.

Partindo da competição e da obrigatoriedade de publicar, esse autor aborda, na área científica, desde a criação do periódico, aquisição e uso da informação e da literatura, colaboração e *status*, até a difusão da informação.

Esse contexto dá uma visão geral da estrutura do processo de comunicação nas comunidades científicas dos países mais desenvolvidos, nos anos setenta, quando foram introduzidas novas tecnologias na comunicação da pesquisa.

Essa questão foi tema de um outro trabalho de Meadows (1980) que, tratando da comunicação da informação relacionada à pesquisa no Reino Unido, aponta possíveis mudanças na década de 80. O estudo é uma reflexão sobre as potencialidades e deficiências do sistema vigente, principalmente quanto a: produção, disseminação, estoque e uso da informação/Comunicação Científica. Aborda também a influência mútua entre a introdução de inovações e os aspectos econômicos e sociais, especialmente em forma de novas tecnologias.

O mesmo Meadows (1983) publicou uma revisão sobre as limitações sociais no uso das novas tecnologias de informação, apresentando, em uma visão idiossincrática, os fatores que afetam a aceitação e o emprego dessas tecnologias. O autor focaliza aspectos ainda inexplorados dessa interação: definição do contexto social, exame do impacto social das tecnologias de informação, aspectos político-legais, canais, registros, armazenamento, recuperação e transferência de informação.

Garvey (1979), após mais de uma década de pesquisa no The John's Hopkins University, nos Estados Unidos, publica obra dedicada a bibliotecários ou especialistas em informação, considerados pelo autor os parceiros mais importantes da Ciência, no futuro. A Comunicação Científica é o principal interesse de Garvey e sua obra cobre também um grande *spectrum*, especialmente em termos de atividades associadas à

produção, disseminação e uso da informação. Para ele, os cientistas vivem em dois mundos - um, científico, formal e informal, com normas próprias, estrutura científica rígida, e outro, externo, separado. O objetivo central da obra é descrever a Ciência como sistema social no qual a comunicação é a principal característica.

Esse autor discute o papel da Comunicação Científica na condução da pesquisa e na criação de conhecimento científico. Analisa a disseminação de publicações prévias dos principais artigos de periódicos e o processo de pós-publicação da informação científica. Discute o papel do profissional da informação como cientista social, enfatizando ser esse profissional, no campo dos cientistas, um especialista na estrutura da comunicação em Ciência.

No último capítulo dessa obra, intitulado "Planejamento de um estudo sistemático de uma comunidade científica", são selecionados apêndices que ilustram como cientistas sociais planejaram e executaram um programa de estudos, em determinadas disciplinas. A intenção do autor é que esses estudos sejam exemplos, para os profissionais da informação, de como explorar a Comunicação Científica e seus constituintes. Os tópicos discutidos são: a) a comunicação e o processamento da informação nas disciplinas científicas: descobertas empíricas para a psicologia; b) a Comunicação Científica como um sistema social; c) estudos sobre padrões de Comunicação Científica; d) o papel dos encontros nacionais na Comunicação Científica e tecnológica; e) os processos de intercâmbio de informação associados à produção de artigos de periódicos; f) a continuidade da produtividade dos cientistas; g) indicadores de qualidade no processo de publicação científica; h) o usuário da informação científica; i) a comunicação nas Ciências Físicas e Sociais; j) inovações no sistema social de Comunicação Científica.

Crane (1972) buscou descrever o sistema social que produz conhecimento. Estudou porque o conhecimento registrado cresceu na forma descrita por Price (1963). Crane apresenta a seguinte tese: o aumento do conhecimento científico sob a forma de um "S", segundo Price, é o resultado da exploração de inovações intelectuais por uma comunidade social. Analisou também como as comunidades científicas afetam o crescimento do conhecimento.

O livro estuda a Ciência não como corpo de conhecimento, mas como sistema social, uma atividade social organizada, na qual as relações entre seus

membros - guiados por normas comuns - determinam a característica social da Ciência. A autora escolheu campos de pesquisa com diferenças marcantes: uma das comunidades estudava "sociologia rural", concentrando o trabalho na difusão de inovações tecnológicas; a outra pesquisava na área de álgebra, especificamente na "teoria de grupos finitos". O estudo foi desenvolvido através da literatura e de entrevistas produzidas pelas duas comunidades. Os principais capítulos da obra de Crane tratam dos seguintes tópicos: a) as comunidades científicas e o crescimento do conhecimento; b) a organização social de áreas de pesquisa; c) a organização social e a difusão das idéias; d) as variações do crescimento científico; e) as interações entre as comunidades; f) a estrutura da Ciência e suas implicações para a Comunicação Científica e em torno de uma sociologia da cultura.

Os resultados de Crane tratam especificamente das características do "colégio invisível". A autora propõe que as interações plotadas poderiam ser melhor descritas pelo termo "círculo social". Aponta também para contatos entre os membros influenciadores ou nodais do grupo e os periféricos (ou de baixa visibilidade), salientando numerosos elos entre membros do grupo e pesquisadores de fora. Isto mostra claramente que os padrões de comunicação do grupo não são de caráter paroquial nem inteiramente introspectivo. Constatou ele um grau considerável de comunicação entre os membros mais produtivos do grupo - os mais influenciadores, as estrelas sociométricas - e aqueles que sustentam as redes informais de comunicação desse grupo.

Sobre esse mesmo assunto, "colégios invisíveis", Cronin (1982) comenta o projeto da American Psychological Association (APA), que trata do intercâmbio da Comunicação Científica e dos temas selecionados para a investigação: audição, psicolinguística, efeitos comportamentais de drogas, percepção social e do discurso.

Cronin discute a identificação de relações (através de abordagens sociométricas e de análise de citações) e a interpretação de elos em rede; revê o fenômeno do colégio invisível; considera as implicações da transferência da informação entre cientistas, particularmente nas Ciências Sociais; analisa o impacto, na tecnologia, do desenvolvimento de redes interpessoais de comunicação; e propõe algumas áreas para futuras pesquisas.

O volume e o crescimento da literatura têm preocupado um grande número de pesquisadores, desde o começo deste século. Em 1923, Hulme usou o termo 'bibliografia estatística' para revelar os processos de Ciência e Tecnologia por meio da contagem de documentos. Pritchard (1969) redefiniu os propósitos e mudou a denominação do campo para "bibliometria", visando, entre outras questões, a esclarecer os processos da comunicação escrita e da natureza e desenvolvimento de uma disciplina - desde que representada pela literatura publicada - por meio da contagem e análise de diferentes fatos da Comunicação Científica. Além disso, estudou a reunião e interpretação de estatísticas de livros e periódicos, para demonstrar movimentos históricos, entre outras variáveis.

Em uma revisão da literatura sobre bibliometria, Narin e Moll (1977) discutem tipos de dados analisados pelas técnicas bibliométricas, as próprias técnicas e algumas das propriedades das distribuições decorrentes. Examinam também as aplicações das técnicas bibliométricas em Ciência da Informação, Biblioteconomia, Política Científica, História e Sociologia da Ciência.

A obra de Nicholas e Ritchie (1978) é um guia para estudos bibliométricos. Enfatiza as análises para práticas bibliotecárias e problemas de informação e apresenta fontes de dados bibliométricos, métodos de seleção, reunião e controle desses dados e aplicação da informação obtida.

A grande categoria de técnicas chamada bibliometria (i.é, a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos a livros e outros documentos de comunicação) tem atraído pesquisadores desde o início dos anos 60, sendo Price o mais notável. De Hulme a este último, o foco esteve sobre medidas quantitativas no tratamento de documentos. Os primeiros estudos de Price (1951, 1963 e 1976) têm inspirado a maioria dos trabalhos sobre este tipo de crescimento, ligado a análises quantitativas. Este autor, ao introduzir os instrumentos científicos (i.é, medir e generalizar, estabelecer hipóteses e derivar conclusões) sobre a própria Ciência, trata estatisticamente de questões gerais relativas à informação científica e à mesma Ciência. Estas poderiam ser assim descritas: forma, tamanho, regras do crescimento e comportamento científicos no todo (velocidade de aumento, no tempo, do número de cientistas e de descobertas científicas); quantidade de revistas científicas; forma de investimento na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico e científico.

Nos últimos anos, muitos estudos sobre Comunicação Científica tentam identificar padrões de crescimento científico através de análises quantitativas. Nigel Gilbert e Woolgar (1974) ressaltam que os objetivos dessas análises têm variado entre o desejo de formular estratégias de avaliação de acervos de bibliotecas e a compreensão das implicações de crescimento para a política científica.

O'Connor e Voos (1981) afirmam que a bibliometria tem interessado inúmeros profissionais de informação, por oferecer uma teoria aplicável a problemas práticos. É esperado que padrões de produtividade de autores, proporções de crescimento da literatura e outras contribuições estatísticas possam avaliar esses autores, acessar assuntos e gerenciar coleções.

Um número considerável de pesquisas em bibliometria é dedicado à análise de citações. Sobre esse tópico, Gupta e Nagpal (1979), após conceituarem citação, apresentam, de forma breve, a origem e o desenvolvimento dessa técnica. Dividem o método em três categorias de estudos orientados: para bibliotecas, por fontes bibliográficas e para gerenciamento.

Smith (1981) trata do desenvolvimento da análise de citação como um método de pesquisa, enfatizando seus usos e abusos e apresentando suas perspectivas. O autor conclui com a possibilidade de uma mudança no comportamento das citações, pelo uso crescente da referida análise de citação e dos meios eletrônicos de geração, armazenamento e disseminação de informação.

3. Metodologia

Como foi visto na revisão da literatura, um estudo de padrões do processo de comunicação de uma comunidade científica pode ser abordado de diferentes maneiras, não mutuamente exclusivas, mas complementares. A escolha dos métodos depende da potencialidade para se alcançar os objetivos da investigação, levando-se em consideração não apenas as características peculiares da comunidade a ser estudada, mas também seu contexto.

O importante papel das publicações científicas no processo de comunicação em Ciência e sua disponibilidade como rica fonte de dados em estudos de

1 Para maiores referências sobre a técnica de citação e tópicos de interesse para estudo de padrões de Comunicação Científica (particularmente na área da Física e em países em desenvolvimento), consultar a tese de doutoramento da autora. (FERNANDEZ, R. P. 1980)

Comunicação - permitindo tanto análises descritivas quanto comportamentais - selecionaram a literatura científica como a principal fonte de dados para o trabalho. As dificuldades em localizar e acessar a literatura, num país de bibliotecas pobres e incompletas, foram razões suficientes para se trabalhar o item bibliográfico e não o documento primário. Considerou-se o primeiro com um número suficiente de dados para estudo de padrões de comunidades científicas, pois além de identificar as publicações por tipo de literatura e por assunto do documento, analisa co-autoria, distribuição de itens por data de publicação e contribuição de artigos para revistas científicas. Por outro lado, o item bibliográfico não permite a análise de citação, sem dúvida importante elemento de investigação de padrões de comunicação dessas comunidades.

Considerando-se o objetivo último do trabalho, informações complementares sobre o desenvolvimento histórico da comunidade científica e sobre os canais informais de comunicação de transferência da informação foram obtidas em outras fontes: os contactos pessoais com membros da comunidade, importantes pela não-existência de registros completos e confiáveis sobre aqueles aspectos. Para tal, foi escolhido o método de entrevista, por permitir maior proximidade do pesquisador com a comunidade estudada. Essa metodologia amenizou, ou mesmo sanou, problemas de compatibilidade de terminologia entre pessoas de diferentes comunidades: físicos do grupo estudado e o pesquisador (cientista da informação), que apresentavam diferenças marcantes de enfoques educacionais e profissionais. Uma pequena parcela da comunidade foi selecionada para a entrevista, por rígidos critérios de escolha, em termos de representatividade de pesquisa, ensino, administração científica e indicação dos pares.

A seguir, é apresentada e comentada a seleção de tópicos de análise do processo de desenvolvimento e de comunicação da comunidade estudada.

3.1 O Processo de Desenvolvimento

O processo de desenvolvimento da comunidade caracterizou-se por três elementos, que dão um panorama da comunidade estudada e da dinâmica do processo de seu desenvolvimento: instituições, recursos humanos e literatura produzida.

- **Instituições:** o número de comunidades devotadas à pesquisa, na área estudada, revelaria a importância e o interesse deste campo no país. A data de início das publicações indicaria o grau de maturidade dos grupos de pesquisa, enquanto o tipo de instituição daria o caráter do desenvolvimento da pesquisa (ex.: acadêmica ou industrial). A localização geográfica mostraria a distribuição da comunidade, num país de dimensões continentais;

- **Recursos Humanos:** como o trabalho está baseado na literatura científica produzida pela comunidade, foi definido como seu membro o físico que tivesse publicado pelo menos um trabalho no período analisado e estivesse formalmente vinculado a uma instituição brasileira. A análise dos recursos humanos visava ao estudo dos dados dos grupos de pesquisa, em conjunto, e de cada grupo isoladamente. Nesse item, as questões básicas foram: o número de membros e de colaboradores (co-autores) que publicaram, e seu local de trabalho. A intenção dessa análise era examinar: a) o crescimento do número de físicos engajados em pesquisa no país, na área da Matéria Condensada, no período estudado; b) a proporção de crescimento dos colaboradores (co-autores). Através do exame desses parâmetros, seria possível determinar e prever o tamanho da comunidade. As análises também determinariam seu estágio de desenvolvimento e os padrões do processo de comunicação, em termos de percentuais de autoria e de elos com co-autores, do país ou não;

- **Literatura produzida:** esse item enfoca tanto os grupos reunidos quanto em separado, como no caso do item recursos humanos. São investigados: os tipos de literatura produzida, o conteúdo e a distribuição dos assuntos, nas áreas centrais e periféricas de interesse da pesquisa. No estudo da frequência relativa de itens por tipo de literatura, a intenção é obter informações sobre o estágio de desenvolvimento da comunidade, associado à natureza das atividades aí desenvolvidas. Como tal, o parâmetro mais reconhecido desse desenvolvimento é o artigo de periódico. As dissertações e teses resultam das atividades educacionais e também revelam o grau de estabelecimento da comunidade no país; os trabalhos apresentados em reuniões indicam a participação de seus membros em fóruns públicos de discussão; livros e capítulos em livros são um sinal de maturação da comunidade.

A intenção de estudar a distribuição da literatura por conteúdo de assunto é examinar a ocorrência relativa de publicações devotadas a áreas centrais e

periféricas da Física da Matéria Condensada. Uma indicação da migração dos interesses de pesquisa **de e para** a área central do campo pode ser obtida através do estudo da distribuição do assunto da literatura no tempo.

3.2 O processo de comunicação

O exame de padrões no processo de comunicação depende da identificação dos canais usados pela comunidade para a transferência da informação - em outras palavras, do comportamento dos físicos quando adquirem e disseminam os resultados de pesquisas. Os canais formais usados para a comunicação escrita foram investigados na literatura científica publicada. Os canais informais e o comportamento da comunidade, no que diz respeito a hábitos e necessidades pessoais de transferência de informação, foram obtidos diretamente com os físicos, através de entrevistas.

No que se refere a canais formais de disseminação da informação científica, a intenção é identificar as revistas científicas em que a comunidade estudada mais publica suas pesquisas. Há também interesse na preferência sobre determinadas revistas ao longo do tempo e, ainda, se a comunidade é dependente das linhas de pesquisa desenvolvidas pela publicação. O principal objetivo em relação aos anais de conferências e livros é conhecer os editores.

O estudo dos canais formais visa a identificar preferências quanto a fontes de informação usadas na produção de trabalhos científicos (ou seja, as referências citadas), pela identificação dos títulos de revistas científicas referidas e dos editores de livros.

Como dito anteriormente, esses dados foram obtidos através da descrição bibliográfica da literatura produzida pela comunidade em estudo, complementada por entrevistas. No caso da análise de citação, pela dificuldade de obtenção do documento primário, foi analisado apenas um grupo de pesquisa.

4 Resultados

A seguir, é apresentada uma síntese dos resultados obtidos em termos de identificação dos padrões de desenvolvimento e de comunicação em Física da Matéria Condensada, no Brasil.

As análises revelaram os seguintes padrões de desenvolvimento:

- A comunidade analisada é nova - os primeiros grupos de pesquisa apareceram no final da década de 50. A quantidade de grupos, nos anos 60, foi pequena, mas tornou-se considerável nos 70, em termos de incorporação de novos membros e da literatura produzida, principalmente artigos de periódicos. Na década de 80, não houve um aumento significativo de novos grupos, mas de membros e de publicações, sendo mantidas as condições necessárias para o desenvolvimento dos grupos de pesquisa;

- Os grupos de investigação na área estão alocados em universidades e institutos de pesquisa de educação superior. Daí a ênfase em estudos quase que exclusivamente de cunho acadêmico, consequência do modelo de desenvolvimento adotado pelo país;

- A concentração de grupos é encontrada nas regiões mais desenvolvidas do país, por razões óbvias. Entretanto, nota-se nos anos 80 um esforço em se obter equilíbrio na distribuição geográfica desses grupos. Em meados de 80, havia pelo menos um grupo em cada Estado da Federação;

- Os grupos analisados apresentavam diferentes estágios de desenvolvimento, quanto a volume e regularidade de artigos em revistas científicas. Entretanto, a dinâmica de crescimento de cada um dos 9 grupos de pesquisa estudados seguiu um certo padrão de desenvolvimento, excetuando-se dois, que tiveram diferentes histórias de implantação;

- Nos primeiros anos dos grupos, a publicação em periódicos não é regular, o que só ocorre cerca de 10 a 15 anos depois da publicação do primeiro artigo;

- Desde sua formação, a comunidade manteve contatos regulares com seus pares, principalmente dos países desenvolvidos. Este fato se confirma pela incorporação de novos membros/co-autores em publicações dos grupos;

- A interação dos grupos no país só começa no final da década de 70. A expectativa era de um aumento considerável dessa interação nas décadas subsequentes, em função tanto da criação do Programa Nacional de Pós-graduação, como da participação dos grupos nas reuniões nacionais da SBPC, além dos encontros anuais de pesquisadores da área, patrocinados pela Sociedade Brasileira de Física e pelo CNPq;

- As primeiras dissertações e teses foram pro-

duzidas no país em meados da década de 70. Antes disso, as titulações eram obtidas na Europa e nos Estados Unidos;

- Todos os grupos estudados estavam envolvidos com formação de pessoal - fato muito importante para uma comunidade científica se firmar, em um país em desenvolvimento;

- A participação em congressos internacionais e a publicação de livros e capítulos de livros, acrescidas do aumento e da regularidade de publicação de artigos científicos, podem sinalizar a maturidade de pesquisa na comunidade analisada;

- Cresce o número de autores (membros e não-membros dos grupos) por trabalho, de autores membros por artigo científico e de autores membros e não membros, o que também pode ser visto como sinal do estabelecimento dessas comunidades e de sua maturidade em pesquisa;

- Desde o início, o interesse por pesquisa em Física da Matéria Condensada tem coberto todas as suas áreas centrais e grande número de periféricas. A maior concentração tem sido nas centrais, embora as pesquisas tenham aumentado nas periféricas, desde meados da década de 70;

- As áreas de interesse em pesquisa no Brasil cobrem todas as linhas de pesquisa em Física da Matéria Condensada, pelo grande número de áreas correlatas. Alguns grupos apresentam interesses particulares em áreas periféricas, dependendo de sua história de formação e desenvolvimento;

- Embora os interesses em pesquisa tenham, desde o início, coberto tanto as áreas centrais quanto as periféricas da Matéria Condensada, a concentração maior sempre foi nas áreas centrais. Entretanto, desde meados da década de 70 tem havido um aumento marcante em pesquisas devotadas a áreas periféricas;

- Poucas áreas centrais são de importância para todos os grupos. Alguns apresentam interesses particulares em áreas periféricas. Portanto, as áreas de interesse, tanto centrais como periféricas, variam de grupo para grupo, o que vem a ser respaldado pela história particular de cada grupo;

- Os membros-chave desempenham um papel decisivo nos grupos, na formação de pesquisadores e na definição de quase todas as linhas de pesquisa a serem desenvolvidas pela comunidade. Eles publicam regularmente um número significativo de trabalhos

em relação ao total editado pelos grupos e se envolvem na formação de recursos humanos. Mantêm contatos regulares com seus pares, o que pode ser constatado pelas co-autorias dentro e fora do grupo.

As análises das atividades de comunicação revelaram os seguintes pontos:

- A comunidade cita revistas científicas tradicionais, editadas nos países desenvolvidos, e nelas publica;

- Noventa por cento dos artigos de periódicos publicados pela comunidade no período estudado foram indexados pelo Physics Abstracts sob o cabeçalho "Matéria Condensada";

- Foi possível identificar uma coleção mínima e central de títulos de periódicos de interesse para a comunidade, com base em revistas em que os físicos brasileiros tanto publicam como citam. Esses títulos coincidiram com as revistas mencionadas pelos físicos entrevistados como as mais lidas e com aquelas que a comunidade identificou como as mais relevantes para as bibliotecas de seus departamentos de pesquisa;

- Foi também possível identificar títulos de revistas de interesse particular para cada um dos grupos analisados, com base nas revistas científicas nas quais publicaram, ao longo do período estudado;

- Desde o começo, houve interesse em publicar nas revistas científicas mais tradicionais. Entretanto, a partir dos anos 70, registrou-se uma dispersão no número de revistas em que a comunidade publica. É importante ressaltar que, dos 115 títulos de revistas em questão, 85 tiveram seu primeiro número publicado durante o período estudado;

- Observando a distribuição dos artigos nas revistas onde a comunidade publica - tanto em linhas de pesquisa quanto em áreas centrais e periféricas - percebe-se uma mesma frequência de distribuição dos artigos publicados. Este fato sugere que a preferência por publicar em determinadas revistas vem mais da tradição da comunidade da área e do prestígio internacional da revista do que do assunto pesquisado;

- As análises de citação indicam, para a comunidade científica brasileira, padrões similares aos das comunidades de países mais desenvolvidos, em termos de literatura citada e de cronologia da citação para revistas científicas e livros;

- A comunidade requer, como fontes relevantes de informação, tanto revistas científicas especializadas em Física e em Física da Matéria

Condensada, quanto as gerais (tais como Nature e Science);

- Os serviços de indexação e resumos, assim como os de alerta, são considerados fontes úteis de informação;

- Na época da pesquisa (1950-1980), a comunidade não utilizava meios eletrônicos de recuperação de dados. Até então, poucos membros tinham se utilizado de sistemas computadorizados de recuperação da informação;

- As bibliotecas de apoio a esses grupos não satisfaziam as suas demandas de informação. As coleções possuíam poucos livros-texto, sendo o material de referência insuficiente e o acervo de periódicos, incompleto;

- A comunicação informal baseada em contatos pessoais foi considerada tão válida quanto a provisão de literatura científica, para manter ativamente envolvidas as comunidades científicas brasileira e internacional. Os programas de professores visitantes envolvendo cientistas brasileiros e estrangeiros, os estágios de cientistas brasileiros em laboratórios de pesquisa do exterior e o comparecimento a reuniões internacionais e nacionais, realizadas dentro e fora do país, foram considerados atividades importantes de comunicação.

5 Considerações finais

A caracterização da comunidade brasileira de Física da Matéria Condensada - em termos de seus padrões de desenvolvimento e de comunicação - levou-nos a concluir que as duas premissas básicas do trabalho foram satisfeitas, sendo possível: a) prover um quadro do sistema de Comunicação em Ciência desta comunidade, de tal maneira que resultados de valor prático possam daí ser derivados; b) mostrar que as técnicas de pesquisa bibliométrica constituem instrumento válido para esse propósito. Esse resultado possibilita utilizar a mesma metodologia para estudar comunidades em outras áreas da Ciência, no Brasil e em outros países em desenvolvimento. O problema fundamental é a obtenção de dados confiáveis para o estudo. No Brasil e na quase totalidade dos países em desenvolvimento, elementos como registros, guias de cientistas e de publicações científicas, dados sobre financiamento de pesquisa são inexistentes, imprecisos ou incompletos.

Como apontado por Frame (1980), a falta de pessoal treinado em coleta de dados, a falta de suporte financeiro e de motivação podem ser as principais razões para a não-disponibilidade desses dados. Além disso, registros internacionais como Who is Publishing in Science e Science Citation Index devem ser examinados com cautela como fontes de dados para países em desenvolvimento. Segundo Rabkin e Inhaber (1979), esses registros estão particularmente voltados para os países centrais em Ciência. Portanto, a construção de bases de dados confiáveis para comunidades como a deste estudo requer uma árdua tarefa de coleta de dados, muito tempo e financiamento. A criação exclusiva, para o presente trabalho, dos arquivos de instituições, recursos humanos e literatura publicada levou a um conhecimento detalhado e a um controle sobre a validade da metodologia empregada, além da confiabilidade dos resultados, em sua íntegra.

Outra questão importante é a **definição** do campo sob investigação. Este aspecto merece atenção especial quando se trata de comunidades científicas de países em desenvolvimento. A maioria delas encontra-se em estágio inicial, suas linhas de pesquisa sendo estabelecidas e conta com um pequeno número de membros e publicações. Uma definição ampla ou mesmo estreita do campo pode prejudicar o estudo, porque não contemplará satisfatoriamente a comunidade visada.

Este trabalho sugere uma definição mais abrangente e apropriada do campo, pelo menos no estágio inicial de coleta de dados. Mais adiante, será possível uma nova seleção por contato direto, com especialistas, ou indireto, com base em fontes confiáveis de indexação por assunto. A definição ampla, inicialmente adotada, considerou como Física da Matéria Condensada as publicações científicas dos autores que se autoneomaram físicos atuantes na área da Matéria Condensada. Isto possibilitou identificar peculiaridades dessa comunidade quanto à necessidade de informação - o que teria sido perdido se tivesse sido inicialmente adotada uma definição mais restrita da área.

A principal abordagem do trabalho foi a bibliometria. Deve-se considerar no entanto, criteriosamente, a validade desse enfoque no estudo de outras comunidades, tendo em vista a natureza e o objetivo dos dados a serem analisados. No que se refere à comunidade aqui analisada, a literatura produzida está intimamente atrelada à literatura internacio-

nal da área. Como sabemos, a Física brasileira foi estabelecida com caráter internacional, pela vinda de eminentes cientistas estrangeiros, que aqui implantaram padrões de comunicação das comunidades científicas de países mais desenvolvidos. Nesse sentido, incentivou-se a publicação de trabalhos científicos em revistas de circulação internacional.

Esta situação provavelmente será a mesma para outras campos da Física no Brasil (como, por exemplo, Física Nuclear, de Partículas, de Campos, etc.) e, também, pode ser encontrada em outras áreas da Ciência que tiveram um desenvolvimento histórico e científico semelhante, como a Química, a Biologia e a Matemática. Entretanto, para comunidades em estágio inicial de desenvolvimento científico - caso de quase todos os países em desenvolvimento - a publicação anual, irregular, de um pequeno número de trabalhos científicos restringe o potencial de aplicação de dados bibliométricos. Isto é consequência, em grande parte, do intervalo entre a produção do trabalho e sua publicação em revistas científicas. No caso das comunidades em estágio mais avançado de desenvolvimento, esses problemas podem ser ignorados, pois é grande o número de trabalhos científicos publicados por ano.

Um outro problema diz respeito à natureza e abrangência do assunto a ser estudado, que pode não ser suscetível à investigação bibliométrica. Por exemplo, no caso das Engenharias e Ciências Sociais, a estrutura do sistema de Comunicação Científica apre-

senta padrões diferentes, pois a literatura nessas áreas parece ser menos integrada internacionalmente que a de ciências como Física, Química, Biologia e Matemática.

Muito pouco se conhece sobre as comunidades científicas dos países menos desenvolvidos, valendo lembrar, portanto que, no estudo dessas comunidades, a implementação de seus padrões, em termos de informação, depende não apenas dos de comunicação mas, também, dos de desenvolvimento. Assim, os dados bibliométricos por si só não são suficientes, ou seja, são necessários dados complementares sobre o contexto histórico e científico da comunidade, bem como contatos pessoais com seus membros, por meio de entrevistas, para a interpretação dos resultados obtidos em análises quantitativas.

Para terminar, é importante considerar que, embora a comunicação formal de pesquisa ainda seja fortemente dependente de impressão em papel, outras formas de comunicação, com novas tecnologias de informação, estão crescendo rapidamente. Estas inovações introduzirão, necessariamente, mudanças significativas na atual estrutura do sistema de comunicação em Ciência, em termos de geração, disseminação e uso da informação científica. A ausência dessas tecnologias inevitavelmente condenará as comunidades científicas dos países menos desenvolvidos ao isolamento do mundo científico, com consequências drásticas para o seu desenvolvimento.

Abstract

The present work is a research report of a study on patterns of communication in Condensed Matter Physics in Brazil, in the period 1950-1980, mainly based through bibliometric investigation. The literature review presents some classical works related to the area of communication in science and bibliometrics. It comments on the conception of the work and describes the methodology selected for its development. It also presents considerations on the methods of investigation selected, aiming to contribute to other works in this same line of research. Brief considerations regarding the introduction of new technology in the context of scientific communication are presented, aiming to motivate further research in this direction. The results obtained towards the characterization of the processes of development and of communication of the community analysed are presented and discussed.

Bibliografia

- CRANE, D. *Invisible colleges: diffusion of knowledge in scientific communities*. Chicago: University of Chicago Press, 1972. 213p.
- CRONIN, B. Invisible colleges and information transfer: a review and commentary with particular reference to the Social Sciences. *Journal of Documentation*, v. 38, n. 3, p. 212-236, Sept. 1982.
- FERNANDEZ, R. P. *Patterns of communication in brazilian Condensed Matter Physics: bibliometric and other investigations for the period 1950-1980*. Orient.: A. J. Meadow e S. Datta. Londres, Inglaterra, 1984. Tese. (Dout. Ci. Inf.) University of North London - CNA.
- FRAME, J. D. Measuring scientific activity in lesser developed countries. *Scientometrics*, v. 2, n. 2, p. 133-45, 1980.
- GARVEY, W. D. *Communication: the essence of Science*. Oxford: Pergamon Press, 1979, 332p.
- GUPTA, B. M., NAPGAL, M. P. K. Citation analysis and its applications: a review. *Herald Library Science*, v. 18, n. 1-2, p. 89-93, Jan./Apr. 1979.
- MEADOWS, A. J. *Communication in Science*. London: Butterworths, 1974, 248p.
- _____. *New technology and developments in the communication of research during the 1980s*. Leicester: University of Leicester, Primary Communications Research Centre, 1980. 40p. (Occasional Papers)
- _____. Social limitations on the use of new information technology. *Journal of Information Science*, v. 6, p. 11-20, 1983.
- NARIN, F., MOLL, J. K. Bibliometrics. In: Annual Review of Information Science and Technology - ARIST, n. 12, p. 36-58, 1977.
- NICHOLAS, D., RITCHIE, M. *Literature and bibliometrics*. London: Clive Bingley, 1978, 183p.
- NIGEL GILBERT, G., WOOLGAR, S. The quantitative study of science: an examination of the literature. *Science Studies*, v. 4, p. 279, 1974.
- O'CONNOR, D., VOOS, H. Empirical laws, theory construction and bibliometrics. *Library Trends*, v. 30, n. 1, p. 9, Summer 1981.
- PRICE, D. de S. Quantitative measures of development of Science. *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, n. 4, p. 85-93, 1951.
- _____. *Little Science, big Science*. New York: Columbia University Press, 1963. 118p.
- _____. *A Ciência desde a Babilônia*. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1976. 189p. (O Homem e a Ciência, 2)
- PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation*, v. 25, n. 4, p. 348, Dec. 1969.
- RABKIN, Y. M., INHABER, H. Science on the periphery: a citation study of three less developed countries. *Scientometrics*, v. 1, n. 3, p. 261-274, 1979.
- SIMITH, L. C. Citation analysis. *Library Trends*, v. 30, n. 1, p. 83-106, Summer 1981.
- ZIMAN, J. M. *Public Knowledge: an essay concerning the social dimension of Science*. Cambridge: University Press, 1968. 154p.