

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

EDSON SEREJO NETO

CARACTERIZAÇÃO DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIA NO BRASIL: a
Frente de Pesquisa e a Lei do Elitismo

RIO DE JANEIRO

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

EDSON SEREJO NETO

CARACTERIZAÇÃO DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIA NO BRASIL: a
Frente de Pesquisa e a Lei do Elitismo

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia.

Orientora: Professora Doutora Regina Maria Macedo da Costa Dantas

Coorientador: Drº Miguel Romeu Amorim Neto

RIO DE JANEIRO

2021

S483 Serejo Neto, Edson.

Caracterização da História das Ciências no Brasil: a Frente de Pesquisa e a Lei do Elitismo /Edson Serejo Neto. – 2021.

133f.; 30cm

Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, 2016.

Orientadores: Regina Maria Macedo da Costa Dantas, Miguel Romeu Amorim Neto

Bibliografia: fxx-xx

1. Bibliometria. 2. Frente de pesquisa 3. História das Ciências 4. Cientometria 5. Lei do Elitismo I. Título

EDSON SEREJO NETO

CARACTERIZAÇÃO DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NO BRASIL: A FRENTE DE
PESQUISA E A LEI DO ELITISMO

Tese submetida ao corpo docente do Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia.

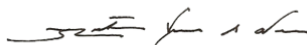
Aprovada em: 10 de maio de 2021



Prof^a. Dr^a. Regina Maria Macedo Costa Dantas
Universidade Federal do Rio de Janeiro




Dr. Miguel Romeu Amorim Neto
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Rundsthen Vasques de Nader
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Ricardo Silva Kubrusly
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Dr^a. Mariáh dos Santos Martins
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof^a. Dr^a. Maria José Veloso da Costa Santos
Universidade Federal do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

Especialmente ao meu filho Caio, luz da minha vida e meu coração. Amo você, gorduchão.

Agradeço a minha mãe Emília, minha esposa Mônica e irmão Guilherme, obrigado pelo amor, compreensão e paciência

À minha querida e generosa orientadora Regina Dantas, ao meu amigo e coorientador Miguel Romeu Amorim Neto, por seu apoio. A minha coorientadora Maria José Veloso da Costa Santos, por seu carinho e atenção.

Aos meus professores, Ricardo Kubrusly e Rundsthen Vasques de Nader e Mariah Martins, pela transmissão segura e bem-humorada de conhecimentos.

À equipe da Biblioteca do IFCS, minha casa, pela amizade, risadas e companheirismo nesses últimos 11 anos.

À PROJEMAR, pelo profissionalismo e carinho demonstrados nesses 21 anos de jornada.

A todos os que tornaram essa Tese possível, os meus mais sinceros agradecimentos.

It's evolution, baby

Eddie Vedder/Stone Gossard

Don't Crack Under Pressure

TAG Heuer Slogan

RESUMO

SEREJO NETO, Edson. Caracterização da História das Ciências no Brasil: NO BRASIL: a Frente de Pesquisa e a Lei do Elitismo. 2021. 132f. **Tese** (Doutorado em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia). Programa em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

A presente tese é uma análise bibliométrica quantitativa, exploratória e descritiva sobre autores da área de História da Ciência no Brasil, mais especificamente a constituição da Frente de pesquisa no período de 1977-2020, indexada na base de dados SCOPUS. O estudo se inscreve na linha de pesquisa Historicidade e Saberes Tecnocientíficos do Programa de Pós-Graduação em História da Ciência e Epistemologia (HCTE). Foram caracterizados períodos históricos e autores formadores da intelectualidade da História das Ciências. Utilizadas as leis bibliométricas de Price e Lotka, chegou-se a uma frente de pesquisa de 235 autores onde foram feitas análises de gênero, país de origem e formação dos mesmos. De forma complementar, foi estudada a produtividade de autores citantes na área e definida a sua Elite em 61 autores. Foi observado, a partir do cruzamento dos dados da pesquisa, o Efeito Mateus, com os 20 autores mais produtivos estando também entre os mais citados.

Palavras-chave: Bibliometria. Frente de pesquisa. História das Ciências. Cientometria. Lei do Elitismo.

ABSTRACT

SEREJO NETO, Edson. Frente de pesquisa em História das Ciências no Brasil: análise bibliométrica de artigos indexados na base SCOPUS. 2021. 132f. Tese (Doutorado em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia). Programa em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

The present thesis is a quantitative, exploratory and descriptive bibliometric analysis of authors in the area of History of Science in Brazil, more specifically a constitution of the Research Front in the period 1977-2020, indexed in the SCOPUS database. The study is part of the research line Historicity and Technoscientific Knowledge of the Postgraduate Program in History of Science and Epistemology (HCTE). Historical periods and authors that formed the intellectuals of the History of Sciences were characterized. Used as Price and Lotka's bibliometric laws, a research front of 235 authors was reached where analyzes of gender, country of origin and their formation were carried out. In a complementary way, a productivity of authors citing in the area was studied and its Elite was defined in 61 authors. It was observed, from the crossing of the research data, the Mathew Effect, with the 20 most productive authors provided also among the most cited.

Keywords: Bibliometric. Research Front. History of Sciences. Scientometrics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 PROBLEMA.....	12
1.2 HIPÓTESE.....	14
1.3 OBJETIVOS.....	14
1.4 JUSTIFICATIVA.....	15
1.5 APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	15
2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NO BRASIL.....	17
2.1 SOBRE A HISTÓRIA DA CIÊNCIA.....	20
2.1.1. O primeiro período: a História da Ciência como fiel descrição dos fatos.....	24
2.1.1.1 Pierre Duhem e o estudo da idade média.....	26
2.1.2 O segundo período: a importância da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII.....	28
2.1.2.1 As abordagens sociológicas: Merton, Zilsel e Bernal.....	29
2.1.3 O terceiro período: episódios no processo de formação da identidade institucional e cognitiva da História da Ciência.....	34
2.1.3.1 A importância de George Sarton.....	36
2.2 A INSTITUCIONALIZAÇÃO DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NO BRASIL.....	40
3 ESTUDOS MÉTRICOS DA INFORMAÇÃO.....	60
3.1 Bibliometria.....	61
3.2 Cientometria.....	65
3.3 Informetria.....	67
3.4 Webometria.....	68
3.5 Frente de pesquisa, a Lei do Elitismo e a Lei de Lotka.....	70
4 METODOLOGIA.....	79
4.1 Método de abordagem.....	81
4.2 Escolha da base de dados.....	81
4.3 Coleta e conversão dos dados.....	85
4.4 Uso da ferramenta de análise.....	86

5 RESULTADOS E ANÁLISES.....	88
5.1 Constituição da frente de pesquisa em História das Ciências.....	88
5.1.1 Análise da frente de pesquisa por gênero.....	102
5.1.2 Análise por países de origem dos pesquisadores.....	104
5.1.3 Análise pela formação dos pesquisadores.....	108
5.2 Constituição da elite de autores (produtividade) de artigos da área de Histórias das Ciências no Brasil.....	109
5.2.1 Análise da elite de pesquisadores por gênero.....	114
5.2.2 Análise por países de origem dos pesquisadores da elite.....	115
5.2.3 Análise da área de formação dos pesquisadores da elite.....	116
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
REFERÊNCIAS.....	120

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do século XX, a partir da metade dos anos 80, a ciência moderna em sua concepção, sofreu fortes transformações de abordagens e análises de pesquisadores britânicos de diferentes formações, visando redefinir a natureza das práticas científicas. Diante das novas proposições que eles articularam sobre as ciências e as práticas científicas proporcionaram um quadro de possibilidades para novos historiadores¹.

Nesse sentido, a História das Ciências (no plural) é a nomenclatura utilizada na presente tese, pois a historiografia sobre a História das Ciências no Brasil, sofreu forte desenvolvimento nas últimas décadas² suscitando autores, inicialmente da área da Física e, posteriormente, apresentando um leque de distintas formações, para dedicarem-se à área com as novas abordagens sociais.

Inclusive, as discussões sobre a existência do fazer científico durante o Brasil Colonial (e até antes da chegada da Corte Portuguesa ao Brasil) entraram na agenda das discussões dos diferentes construtores da História das Ciências no Brasil, o que não era encontrado nos estudos do início do século XX.

Nessa perspectiva, foi desenvolvido meu interesse em realizar pesquisa doutoral com o objetivo de caracterizar a Frente de Pesquisa e a produtividade dos autores da área de História das Ciências no Brasil. Entende-se como Frente de Pesquisa - o conjunto de autores mais citados³ em um determinado campo do conhecimento; e a produtividade é a medição da produção intelectual dos autores que mais produzem⁴ em uma específica área do saber.

Ao estudar e aprofundar meus conhecimentos, tive a grata surpresa de conhecer "as pontes" que ligam a História das Ciências e a Ciência da Informação, em especial nos Estudos Métricos da Informação. Portanto, decidi realizar um estudo doutoral para desenvolver pesquisa identificando os diferentes autores, realizar análises métricas, de produtividade científica e, conseqüentemente, me envolver com a temática para fortalecer a ponte entre História das Ciências e a Ciência da Informação.

¹ Sobre a nova abordagem social, ver: Dominique Pestre, Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens, *Cadernos IG-Unicamp*, Campinas, Vol. 6, nº 1, 1996, 3-56 (trad. de artigo publicado nos *Annales ESC*, vol. 50, nº 3, mai-jun 1995).

² DANTES, Maria Amélia. As Ciências na História Brasileira. *Cienc. Cult.* vol.57 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2005.

³ Grifo do autor.

⁴ Grifo do autor.

Dessa forma, optei por realizar meus estudos no Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia/HCTE na Universidade Federal do Rio de Janeiro, na linha de pesquisa Historicidade de Saberes Tecnocientíficos no Brasil.

Assim, o detalhamento do tema apareceu nitidamente durante as aulas da disciplina “História das Instituições Científicas”, em que me foi apresentado a historiografia da História das Ciências no Brasil, ministrada pela profa. Dra. Regina Dantas. Cabe também ressaltar a disciplina externa (que cursei como ouvinte), “Metrias da Informação: teorias e métodos” cursada em 2018, no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), ministrada pelo profº Drº Fábio Gouveia. Ambas as disciplinas, despertaram não só o meu senso crítico sobre o fazer científico, como a curiosidade sobre o tema. Ainda em 2018, foi possível participar do Encontro Brasileiro de Bibliometria e Cientometria (EBBC) e este serviu para consolidar minha opção pelo tema desta tese.

Diante dos estudos realizados no HCTE, fui apresentado às novas abordagens de consagrados historiadores das ciências no Brasil que abraçaram a definição de ciências como atividade de produção de conhecimentos analisados de forma em que o olhar social fosse estabelecido.

Dessa forma, esta pesquisa representa minha experiência profissional como bibliotecário e professor, e acadêmica voltada para estudos integrados em Ciência da Informação e História das Ciências e das Técnicas, mais aprofundados em Organização do Conhecimento e Estudos Métricos de Informação.

1.1 PROBLEMA

É a partir do século XX, que os estudos sobre a História das Ciências no Brasil vêm se desenvolvendo fortemente com abordagens que apresentam a história dos cientistas e suas atuações sociais, a história das instituições, os apoios governamentais, entre outros temas, criando uma população de historiadores interessados na área.

A partir da década de 1980⁵, identificamos o crescente aumento de teses, dissertações, congressos, e demais eventos sobre História das Ciências no Brasil, que provocaram discussões e culminaram, no início do século XXI, no interesse em tentar caracterizar os pesquisadores da área.

Nessa perspectiva, exponho um exemplo que poderá elucidar esse interesse. A palestra da fundadora dos estudos sobre a História das Ciências no Brasil, Maria Amélia Dantes, no 4º. Congresso *Scientiarum História*, realizado em 2011, pelo Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia/HCTE da Universidade Federal do Rio de Janeiro/RJ.

Em sua fala, Dantes destaca a relevância de pensar nas perspectivas da área e “os caminhos que gostaríamos que ela seguisse”, para tal seria preciso, “inicialmente, caracterizar quem são hoje os pesquisadores, onde atuam e a que temas se dedicam.” Dessa forma, Dantes fez uma análise sobre as comunicações que foram apresentadas no último congresso da Sociedade Brasileira de História da Ciência/SBHC realizado em 2010.

Quanto à História das Ciências no Brasil, de forma genérica, as comunicações apresentadas focalizaram a implantação e o desenvolvimento de atividades científicas no país. Mas, com grande diversidade temática e de enfoque: produção e divulgação de conhecimentos científicos; ensino de ciências; relações científicas. Também encontramos diferentes ênfases: atores e espaços institucionais variados (museus, publicações, associações, escolas, expedições). Ou ainda uma variedade de áreas científicas: medicina e ciências da saúde, história natural, matemática, física, química, estatística.⁶

Consequentemente, diante do avanço de publicações produzidas em diferentes bases de dados e seguindo a lacuna apontada por Dantes, se torna justificável debruçar-se sobre a comunidade de cientistas autores para a identificação de suas citações pelos pares (Frente de Pesquisa) e a identificação de sua produtividade (Elite da Pesquisa).

Portanto, suscitou-se o interesse da identificação desta Frente de Pesquisa, por meio da apresentação dos resultados para que no futuro possa ser objeto de

⁵ Nessa década, destaco a Sociedade Brasileira de História da Ciência e da Tecnologia/SBHC, fundada na cidade de São Paulo, estado de São Paulo, em 16 de dezembro de 1983, é uma associação civil, constituída como pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos, nos termos do artigo 53 da Lei 10.406/2002, destinada a promover e divulgar estudos sobre a História da Ciência e seus campos afins. <https://www.sbhcc.org.br/>.

⁶ DANTES, Maria Amélia. História da Ciência no Brasil – Perspectivas. In: **Livro de Anais do Congresso *Scientiarum História IV***, organizado pelo Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia/HCTE da Universidade Federal do Rio de Janeiro/RJ. Rio de Janeiro: Stamp, 2011, p. 35-41.

comparação com outros períodos e bases de dados. Exatamente, o que não será possível realizar, no momento, por falta de análises nessa temática de estudos, principalmente por ser uma investigação inédita.

Consequentemente, com o objetivo central mantido, identificar a comunidade científica da área e sua produtividade, deparei-me com a seguinte questão: seria possível elencar os autores nacionais e internacionais, que são as referências intelectuais, citados pelos pesquisadores (citantes), também nacionais e internacionais, que efetivamente escrevem sobre História das Ciências no Brasil?

Nessa perspectiva foi desenvolvido o interesse em realizar esta pesquisa com o objetivo de caracterizar alguns aspectos sobre a produtividade dos autores, visando uma maior compreensão da relação entre os autores citantes e citados na área de História das Ciências no Brasil.

1.2 HIPÓTESE

Tendo em vista que a Física foi a área propulsora dos primeiros estudos em História das Ciências no Brasil, iniciados no século XX, a tese a ser testada nesta pesquisa é que ao longo dos últimos quarenta anos, esse status não foi alterado, permanecendo a área como a principal produtora de conhecimentos para a História das Ciências.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral da tese é analisar aspectos da produtividade de autores na área de História das Ciências no Brasil. Para o desenvolvimento da investigação, optou-se por caminhar pelos seguintes objetivos específicos:

- a) Apresentar os estudos historiográficos da História da Ciência e da História das Ciências no Brasil;
- b) Expor os diferentes estudos métricos e suas camadas de utilização;
- c) Identificar e caracterizar a frente e a elite de pesquisa;
- d) Aplicar a lei de Lotka e testar os preceitos da lei do elitismo;
- e) Identificar a área mais produtiva da História das Ciências.

1.4 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho segue a linha de estudos anteriores realizados no próprio HCTE. A literatura sobre estudos métricos da informação aplicada à História das Ciências está representada por uma coleção de textos que buscaram analisar a dinâmica dentro da História das Ciências. No nosso caso, cabe destacar as teses de Maria José Veloso da Costa Santos⁷ (2016) e de Paula Maria Abrantes Cotta de Melo⁸ (2017) que utilizaram os estudos métricos da informação para elucidar alguns aspectos da História das Ciências.

Enquanto Santos utilizou como objeto de pesquisa as cartas de Adolfo Lutz; Melo por sua vez recorreu a produção discente deste Programa de Pós-Graduação HCTE. Ambas utilizaram técnicas bibliométricas – mais especificamente a ordenação de frequência de palavras em um texto suficientemente longo, também conhecida como lei de Zipf – para determinar o Ponto de Transição de Goffman.

Outro destaque importante é a pesquisa de Márcia Rosetto⁹ (2012). A autora descreve amplo estudo sobre competências científicas como fator de interação da História das Ciências e a Ciência da Informação, quando considerados os aspectos de acesso e uso de documentos e fontes de informação, contribuindo com a consolidação de parâmetros de avaliação com vistas à transposição e aplicabilidade desses princípios junto aos pesquisadores da área de História das Ciências, reconhecidamente emissores e receptores de informação e geradores de conhecimento científico.

1.5 APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS

O Capítulo 2 – “Considerações sobre a História da Ciência e a História das Ciências no Brasil”, apresenta uma breve trajetória da História da Ciência, visando chegar à História das Ciências no Brasil, para proporcionar o panorama necessário às

⁷ SANTOS, Maria José Veloso da Costa. Adolpho Lutz e a medicina tropical: análise bibliométrica de cartas como gênero do discurso científico. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ, 2016.

⁸ MELO, Paula Maria Abrantes Cotta de. Interdisciplinaridade na pós-graduação: estudo de seu impacto na produção de teses e dissertações do Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ, 2017.

⁹ ROSETTO, M. A Competência em Informação como fator de interação entre a história da ciência e a ciência da informação: estudo de caso no Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência, CESIMA (PUC/SP). São Paulo: PUC/SP, 2012. (Tese de Doutorado em História da Ciência).

demais abordagens e, principalmente, para a caracterização deste campo do conhecimento. Cabe registrar que, em relação à História das Ciências no Brasil, a utilização da palavra ciência, no plural, será apresentada propositalmente pelo autor para fortalecer a inserção dos estudos sociais nas ciências. Outrossim, na ocasião, dialogaremos com inúmeros autores que propagaram o desenvolvimento da história da ciência e aqueles que construíram os caminhos da História das Ciências no Brasil. Cabe destacar que, no subcapítulo sobre a História da Ciência, para uma abordagem mais geral, utilizamos majoritariamente os estudos de Gavroglu¹⁰ por ser mais didático.

O Capítulo 3 – “Estudos Métricos da Informação”, esta análise teórica tem como finalidade expor as variadas técnicas de abordagem sobre o tema, com o detalhamento necessário para a compreensão dos fenômenos que serão identificados a partir do processamento das técnicas bibliométricas. Nesse momento, nos apropriaremos das leis bibliométricas de Lotka/Price.

O Capítulo 4 – “Metodologia”, abordará detalhadamente os procedimentos utilizados para a consecução dos objetivos do estudo, tais como: a seleção da base de dados, a expressão de busca, a coleta e conversão dos dados e a utilização dos softwares de análise bibliométrica. Cabe ressaltar, que se optou por colocar o capítulo referente à metodologia da pesquisa antes dos resultados e discussões para um melhor entendimento da aplicação das leis.

Dessa forma, identificamos ser essencial um estudo abrangendo um determinado período dentro de uma base de dados internacionalmente conhecida para atingir os objetivos da tese. Assim, na presente pesquisa, definiu-se o período de 1977-2020, perfazendo um total de 43 anos de produção, indexados na base *Scopus*.

Um dos desafios da pesquisa foi detalhar a metodologia usada para a análise dos fenômenos resultantes da articulação das leis bibliométricas para atingir as diferentes apurações de forma clara e para ampla compreensão. Dessa forma, optou-se em apresentar a metodologia utilizada em um específico capítulo.

O Capítulo 5 – “Resultados e Discussões”, brindará o leitor com a apresentação e análise dos fenômenos identificados a partir da aplicação das leis bibliométricas, incluindo uma descoberta não prevista pelo autor. Cabe ressaltar que a constituição deste capítulo, se refere tanto à Frente de Pesquisa quanto à Elite da Pesquisa

¹⁰ GAVROGLU, Kostas. **O passado das ciências como história**. Porto: Porto Editora, 2007.

(produtividades dos autores), e nele foram feitas análises complementares, tais como: estudos de gênero; países de origem desses pesquisadores e suas áreas de formação.

Em relação aos autores que ancoraram a presente investigação, registra-se que eles serão apresentados, paulatinamente, ao longo de cada capítulo.

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NO BRASIL

A ciência é, talvez, o mais próspero empreendimento em que o homem se envolveu. A ciência que julgamos “madura” apresenta um tipo de conexão interna que garante estabilidade e poder para assimilar mais informações, aquilo que para Medawar¹¹ vem a ser ou pretende ser, dedutiva e ordenada. Em vista disso, o discurso da verdade, pensando sobre uma trajetória histórica, conviveu em confronto com diferentes correntes da filosofia, sob um intenso debate. No entanto, a história da ciência teria um papel estratégico para nos fazer compreender os processos na modernização da sociedade, cabendo ao historiador da ciência explorar as relações estabelecidas entre a ciência, a cultura e seu tempo.

A verdade apresenta-se sob diversas formas, nem todas totalmente compatíveis entre si. Entre essas, verdades espirituais, religiosas ou poéticas. A “verdade científica”, muitas vezes é concebida como uma meta de um trabalho científico e, uma tradição da comunidade científica, porém pode ser refutada ou estar ao alcance de críticas¹².

A expressão ciência tem origem semântica do latim *Scientia* e *Sciens* (Conhecimento) mantendo também relação com a palavra *Scire* (Saber); cunhada no século XIX não tinha naquela época, o sentido como atualmente é identificada. Uma definição clássica mais conhecida sobre ciência foi a aristotélica, que se perpetuou por quase dois mil anos e ainda faz parte de qualquer debate sobre o tema. No entanto, entre os séculos XVI e XVIII, uma ciência concêntrica e hierárquica, definida pelos parâmetros aristotélicos desde a antiguidade, vai sofrer modificações importantes em decorrência de movimentos culturais e religiosos. É nesse período que se iniciará a ciência moderna, cuja conexão entre os objetos e métodos de

¹¹ MEDAWAR, P. B. (Peter Brian). Os limites da ciência. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

¹² *Idem.*, p.10.

pesquisa deixa de ter relação com a ciência clássica, e o desmembramento de grandes campos começa a ganhar a fisionomia do que hoje se conhece como especialidades¹³.

A partir do final do século XVI e início do século XVII há um esgotamento do pensamento aristotélico, com resgate de textos e estilos arquitetônicos clássicos da cultura helênica e romana, o protestantismo com a reforma da igreja, e o nascimento da ciência moderna que vai eliminar a terra do centro do universo e o homem do centro da criação. Esses três movimentos vão iniciar mudanças importantes e definitivas na cultura europeia. A partir desse período surgem inúmeros pensadores que vão influenciar suas épocas e posteriores, e a construção de formas de organização do pensamento humano. Segundo Rossi¹⁴, na Europa não existe um “lugar do nascimento” da realidade histórica que hoje se identifica como ciência moderna, pois tal lugar é toda Europa.

Embora não exista a compreensão universalizada sobre o que é ciência, ela pode ser identificada pelos aspectos de Representação que se faz do mundo, em qualquer tipo de civilização ou grupo humano, e a caracterização do conhecimento de maneira geral, além dos aspectos de Identificação, a partir da ciência moderna. Assim, a elaboração da representação do mundo adotada pela civilização ocidental, designando o modo específico de construção do conhecimento, com o uso de métodos de descrição (tecnologias intelectuais), é decorrente da objetividade criada por um mundo onde essa representação faz parte da visão de objetos independentes dos observadores e compreendida de forma geral. Essa objetividade estaria atrelada à visão de mundo, permitindo destacar aquilo que se vê e, com o uso de representações mentais, propiciar descrições desses objetos e inseri-los como produção de uma cultura.

Do ponto de vista organizacional, a ciência pode ser considerada como um conjunto distinto de campos científicos ou disciplinas as quais se diferenciam entre si em vários aspectos, incluindo a história, os fenômenos de estudos, as técnicas, as linguagens e os tipos de resultados desejados. Com respeito ao propósito e à filosofia, essas disciplinas são igualmente científicas e juntas integram o mesmo trabalho científico. Uma possível vantagem de estar estabelecido em disciplinas é que estas

¹³ *Ibid.*, p. 10.

¹⁴ ROSSI, Paolo. **O nascimento da ciência moderna na Europa**; tradução de Antonio Angonese. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

podem proporcionar uma estrutura conceitual para organizar a investigação e seus resultados; como desvantagem, considera-se que essas divisões não concordam necessariamente com a maneira em que funciona o mundo, dificultando assim a comunicação. De modo geral, as disciplinas científicas não têm fronteiras fixas¹⁵.

A ciência também é relacionada à designação geral de seus procedimentos, e à soma ou conjunto de conhecimentos sobre os variados objetos, ou de práticas sistematizadas advindas de observações e experiências desenvolvidas para comprovar, melhorar e modificar fases que se sucedem a todo tempo e fazem parte de sua essência. Numa situação mais específica, refere-se a um sistema organizado de conhecimentos por meio de uma hierarquização, organização e síntese desses conhecimentos obtidos¹⁶.

Outro aspecto que envolve a ciência é o sistema social, na medida em que pode ser conduzida por condições biológicas, econômicas, culturais e políticas e que variam de uma sociedade para a outra; é concretizada como um subsistema da cultura de uma comunidade composta por pesquisadores, auxiliares e equipes de pesquisa, instrumentos, livros e publicações em geral, incluindo os acervos de bibliotecas. Nessa perspectiva, o acesso livre à informação e o intercâmbio de experiências e opiniões é uma das principais condições para que haja o desenvolvimento científico¹⁷.

A partir das características delineadas, pode-se sintetizar que a ciência é um conjunto de componentes definidos e organizados, constituídos e delimitados por meio de processos que se validam pelo compartilhamento dos conhecimentos produzidos, e para sua consolidação e institucionalização depende, sobretudo, de quatro componentes: ensino, pesquisa, divulgação e aplicação desse conhecimento. Em suma, tem importância a compreensão da ciência, de sua organização em conhecimento científico e suas formas de comunicação.

Após uma rápida análise dos elementos constituintes da ciência podemos passar a um estudo mais específico da História da Ciência.

¹⁵ MEDAWAR, *Op.cit.* p.13.

¹⁶ ROSETTO, M. **A Competência em Informação como fator de interação entre a história da ciência e a ciência da informação: estudo de caso no Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência, CESIMA (PUC/SP)**. São Paulo: PUC/SP, 2012. (Tese de Doutorado em História da Ciência).

¹⁷ STORER, N. W. Introducción. In: **La Sociología de la ciencia**, 1: investigaciones teóricas y empíricas. Madrid: Alianza Editorial, 1985, p. 13.

2.1 SOBRE A HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Para Pascal Acot¹⁸, a expressão “história das ciências” pode ser entendida de duas maneiras: num primeiro sentido, significa o desenvolvimento de determinadas ciências na história. Esta história das ciências trata do desenvolvimento, no passado, da matemática, da física, da biologia etc. Num segundo sentido, a expressão “história das ciências” remete para a própria disciplina e para os problemas filosóficos e epistemológicos que levantam, quando tentamos realizar estas histórias setoriais.

Kragh¹⁹ nos fornece uma interpretação interessante da expressão “História das Ciências”: a História (H1) pode descrever os fenômenos ou acontecimentos reais que sucederam no passado, e, então, é objetiva. Em expressões como por exemplo, “através da história”, o conhecimento que a Humanidade tem da Natureza sempre aumentou”, a história deve ser entendida como “o passado” ou os fenômenos que ocorreram realmente no passado. Mas dado que temos, e teremos sempre um conhecimento limitado da realidade do passado, a maior parte do que realmente sucedeu ficará para sempre fora do nosso alcance. A parte da história (H1) que conhecemos não é apenas limitada em extensão, mas é também o produto de um processo de investigação que inclui as escolhas, as interpretações e as hipóteses do historiador. Não temos acesso direto a H1, mas apenas as suas partes, que foram transmitidas através de fontes de informação.

O termo História (H2) é também usado no sentido de análise da realidade histórica (H1), isto é, no sentido da investigação histórica e seus resultados. Assim, o objeto da história (H2) é história (H1), do mesmo modo que o objeto das ciências naturais é a natureza.

O termo historiografia provém muitas vezes da história H2, significando textos de história. Na prática, a historiografia pode ser dois significados. Pode significar simplesmente escrita (profissional) sobre história, ou seja, descrições dos acontecimentos do passado escritas por historiadores. Mas pode igualmente significar teoria e ou filosofia da história, ou seja, reflexões teóricas sobre a natureza da história (H2). Com este último significado, a historiografia torna-se uma metadisciplina, sendo

¹⁸ ACOT, Pascal. **História das ciências**. Lisboa: Edições 70, 2001.

¹⁹ KRAGH, Helge. **Introdução à historiografia da ciência**. Porto: Editora Porto, 2001.

o seu objeto H2. A história puramente descritiva não será historiografia em si mesma, mas pode ser alvo de uma análise historiográfica.²⁰

A história tem a ver com as atividades humanas, de preferência com as atividades socialmente relevantes. Há fatores não humanos que se incluem naturalmente na história, uma vez que influenciaram atividades humanas. Por exemplo, se estivermos interessados na agricultura da baixa Idade Média, temos que tomar em consideração as variações climáticas durante esse mesmo período. O clima não revela um desenvolvimento histórico, mas temporal. Quando se fala da história do clima ou da história das estrelas é num sentido diferente, que a história propriamente dita, a qual se liga exclusivamente ao comportamento e conhecimento humanos.

Segundo Olaf Pedersen²¹, a história da ciência não se relaciona especialmente com problemas “históricos” no sentido aqui utilizado. A História, diz ele, “é o estudo do desenrolar no tempo deste ou daquele acontecimento humano, através de uma série de condições sucessivas... nós construímos um ponto de vista histórico a partir do momento que começamos a organizar os acontecimentos tendo o tempo como parâmetro”.

De acordo com muitos historiadores, os fenômenos devem ser susceptíveis de ser descritos na sua individualidade, condicionada pelo tempo e pelo espaço, para poderem ser especificamente históricos. O que está subjacente a esta fórmula é a ideia de que acontecimentos que são históricos são únicos no tempo e no espaço, em virtude da sua localização no passado. Marie Curie²² nasceu em Varsóvia, 1867, e este acontecimento é único no sentido em que não pode ser repetido nem generalizado.

A história, segundo Kragh²³, diz também respeito a fenômenos legais, relações, tendências, analogias e estruturas que não podem ser reduzidas a um agregado de acontecimentos individuais e não são fixos no tempo e no espaço. Afirmações como “as inovações tecnológicas levam ao crescimento econômico” ou “a filosofia do século XVII foi dominada por idéias empíricas” serão normalmente

²⁰ *Ibid*, p. 23-24.

²¹ PEDERSEN, Olaf. **Matematik og naturbeskrivelse i oldtiden**. Copenhage: Akademisk Forlag, 1975. p.8.

²² Marie Skłodowska-Curie (1867-1934), foi uma física e química polonesa naturalizada francesa, que conduziu pesquisas pioneiras sobre radioatividade.

²³ KRAGH, *Op.cit.* p.25.

encaradas como declarações históricas cheias de significados. Um dos resultados de confinar a história a acontecimentos únicos, e talvez à motivação que lhes está subjacente, é que assim se isola a ciência histórica dos pontos de vista sociológicos, psicológicos e econômicos. Este isolamento confere naturalmente autonomia à história, mas sob pena de tal autonomia se tornar estéril.

A segunda parte da expressão história da ciência tem a ver com o tipo único de comportamento humano chamado ciência. Ao discutir este ponto, convém, mais uma vez, distinguir dois níveis. A ciência (C1) pode ser encarada como uma coletânea de afirmações empíricas e formais acerca da natureza, ou seja, acerca das teorias e dados em que, num preciso momento no tempo, assenta o conhecimento científico. De acordo com essa visão, a ciência será por característica um produto acabado, tal como surge em compêndios e artigos. Dado que C1 não é realmente concebida como comportamento humano, não constitui o tipo de ciência capaz de atrair o historiador.

A ciência (C2) historicamente relevante diz respeito às atividades ou comportamentos dos cientistas, incluindo fatores de importância para aqueles, desde que essas atividades estejam relacionadas com empreendimentos científicos. Assim C2 é ciência como comportamento humano, quer esse comportamento conduza ou não a um conhecimento verdadeiro e objetivo da natureza. C2 contém C1 como resultado de um processo, mas o processo em si não se reflete em C1. Regra geral, não podemos encontrar C2 em artigos ou livros, antes temos que a reconstruir a partir de fontes históricas.²⁴

Em termos gerais, a distinção entre C1 e C2 está em saber até que ponto devemos dar ênfase à história ou à ciência. Se é a história da ciência que nós queremos nos referir, então a ciência em causa será frequentemente a ciência no sentido C1, consistindo sobretudo na análise técnica do conteúdo de publicações científicas, conduzida dentro de um enquadramento histórico. Entretanto, a história da ciência será ciência no sentido de C2. O debate sobre as duas formas de história da ciência tem-se centrado mais na questão de saber em que medida o historiador da ciência, a fim de levar a cabo o seu trabalho da melhor forma, deve necessariamente ter um bom domínio do aspecto técnico da ciência sobre a qual escreve. E, em particular, em que medida deve ter um bom domínio da ciência em questão, na sua formulação atual. Ainda de acordo com Kragh²⁵, a principal conclusão a extrair é que

²⁴ KRAGH, *Op.cit.* p.26

²⁵ KRAGH, *Ibid.* p.27

a história da ciência é independente da própria ciência. Como expresso por Canguilhem²⁶, “o objeto da história da ciência nada tem a ver com o objeto da ciência”.

Gavroglu²⁷ num extenso e detalhado estudo sobre os elementos da História da Ciências, nos mostra que as primeiras histórias das ciências continham um ponto de vista concretamente ideológico e um propósito historiográfico. Seu objetivo era mostrar a continuidade através dos séculos da criatividade do espírito humano, o local de seu desenvolvimento, a Europa receptora da herança grega antiga. Além disso, reforçar o ponto de vista segundo o qual o critério de progresso, de cultura e garantia de bem-estar das sociedades consistia na aceitação do modo de pensamento concreto e de produção científica historiado nesses primeiros livros de História das Ciências. A História das Ciências não podia deixar de se identificar com os ditames políticos e ideológicos prevaletentes nas sociedades europeias ocidentais.

É importante enfatizar que o pensamento dos historiadores da ciência, nos séculos passados, era da ciência como algo independente da atividade humana. Esta concepção “despojou” a História da Ciência do seu elemento vital de que a ciência é criada por pessoas que vivem em sociedade, e não por certos mecanismos intelectuais independentes das experiências, das ideologias, convicções e das aspirações humanas. Os cientistas não são aqueles indivíduos que conseguiram se isolar dos elementos sociais, ideológicos e culturais. Muito pelo contrário, hoje temos a firme convicção de que as ciências resultam de diversas interações, não só intelectuais, mas também sociais, nas quais participaram todos quanto contribuíram para a sua formação.

A História das Ciências é a história dos humanos que se esforçaram para investigar e compreender a estrutura e o funcionamento da natureza. Simultaneamente, a História das Ciências estuda também as instituições que foram criadas em conjunturas históricas concretas, nas quais a ciência foi cultivada e foram consagradas algumas das práticas teóricas e técnicas experimentais. As ciências adquiriram forma a partir das ideias, das técnicas e das práticas que os humanos imaginaram a fim de investigarem a natureza. Por meio dos seus diversos pontos de vista ideológicos, filosóficos, estéticos, religiosos e políticos, os humanos dão forma e moldam as ciências. Por isso a História das Ciências tem por objeto as ciências como fenômeno social e cultural, e os historiadores das ciências investigam a história desta,

²⁶ CANGUILHEM, G. *Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie*. Frankfurt: Suhrkamp, 1979.

²⁷ GAVROGLU, Kostas. *O passado das ciências como história*. Porto: Porto Editora, 2007.

tendo em consideração suas particularidades locais, temporais e culturais que estas tem desempenhado um papel importantíssimo na formação do discurso científico e também da função social das ciências.

A História das Ciências é a história de um fenômeno social e cultural que especialmente depois do século XIX, designamos por ciências e cujas características começaram a se formar no século XIII²⁸.

Com o intuito de detalhar o assunto, passamos agora a apresentação de três gerações de historiadores da ciência e seus principais expoentes, utilizando as abordagens e delimitações de Kostas Gavroglu²⁹.

2.1.1 O primeiro período: a História das Ciências como fiel descrição dos fatos

A primeira geração de historiadores das ciências parece ter concordado em que as suas obras deviam ter objetivos concretos. Quase todos consideravam que se verificara uma grandiosa caminhada do espírito humano, a respeito da qual cientistas e sociedade sabiam muitíssimo pouco, pelo que era preciso fazer a sua história, quanto mais não fosse, por razões de cultura mais alargada. A história geral não era susceptível de cumprir esse papel. Todos concordavam com o fato de que a abordagem positivista, o método que com tanta maestria tinha sido desenvolvido por Augusto Comte³⁰, era o instrumento metodologicamente adequado à elaboração da História das Ciências.

Alguns autores sustentavam a ideia de que a arrogância dos cientistas poderia ser vergada, se estes tomassem conhecimento do carácter efêmero dos esquemas teóricos que, ao longo dos tempos, tinham sido formulados como propostas verdadeiras a respeito do mundo à nossa volta. Para muitos de entre eles, a História das Ciências era susceptível de ajudar a própria evolução da ciência. Os cientistas poderiam, através da sua história, testemunhar os seus segredos - ou seja, seria possível fazer vir à superfície as normas que, se fossem seguidas, poderiam reduzir os erros e aumentar os êxitos.

²⁸ *Ibid.* p.22.

²⁹ GAVROGLU, Kostas. **O passado das ciências como história**. Porto: Porto Editora, 2007.

³⁰ Isidore Auguste Marie François Xavier Comte (1798-1857) foi um filósofo francês que formulou a doutrina do Positivismo.

Um dos grandes autores desse primeiro período foi Paul Tannery, definido por Sarton³¹, como um “apóstolo” da História da Ciência e, neste domínio, um discípulo de Auguste Comte. Seu pai era engenheiro e trabalhava no serviço ferroviário francês. Concluiu o Liceu em Caen. Tannery era um católico fiel e fervoroso adepto do positivismo. Exibia conhecimentos impressionantes em línguas antigas. Nos exames de admissão à *Ecole Polytechnique*, em 1860, obteve a mais alta classificação e, quando iniciou os seus estudos, além das disciplinas científicas e tecnológicas, frequentou disciplinas de estudos clássicos, como a de hebraico. Quando terminou, em 1863, inscreveu-se na *École d'Application des Tabacs*, tendo no resto da sua vida trabalhado profissionalmente na indústria do tabaco. Em termos filosóficos, o positivismo de Comte, não era, para Tannery, um simples sistema filosófico, mas estava também relacionado com suas ocupações profissionais. Comte propunha uma filosofia que tinha por objetivo a criação de um sistema de governo que deveria explorar plenamente a tecnologia em benefício da sociedade industrial.

Em 1870, Tannery foi a guerra franco-prussiana como oficial de artilharia e estava presente no cerco e rendição de Paris. Após a guerra, regressou às suas tarefas administrativas e começou a se interessar pela Matemática e sua história.

Uma parte da obra de Tannery inclui as suas investigações sistemáticas sobre a matemática grega antiga e sobre astronomia, nas quais revelou uma singular competência na análise filológica. Uma outra parte é constituída por ensaios gerais sobre História das Ciências. Em 1887, publica *Pour l'histoire de la science hellene – De Thales à Empédocle e La géométrie grecque*. Tannery encarregou-se, juntamente com Charles Adam, das *Oeuvres de Descartes* e colaborou com Charles Henry na publicação das obras completas de Fermat (3 volumes, 1891-1896). Entre 1893 e 1895, encarregou-se da publicação das obras até então conhecidas de Diofanto - Diophanti Alexandrini opera omnia.

Pretendia compreender o motivo pelo qual a matemática grega antiga tinha chegado à decadência, e para isso incitou os seus colaboradores a estudarem até mesmo os mais "insignificantes" documento, até mesmo o mais fastidioso pormenor³². As mais precisas análises, incluindo as de textos de menor dimensão da matemática antiga e da astronomia, foram uma das marcas características da sua obra. Para além da insistência na abordagem filológica e paleográfica, a obra de Tannery e dos seus

³¹ SARTON, G. *Introduction to the History of Science*. Baltimore: Williams and Wilkins, v. II, 1975.

³² GAVROGLU, *Op. cit.*, 2007, p. 34.

colaboradores conseguiu alargar a História das Ciências e ofereceu claramente muito mais do que uma miscelânea positivista. Morreu em 1904, aos 60 anos em Pantin, França.

2.1.1.1 Pierre Duhem e o estudo da Idade Média

Durante o primeiro período da História das Ciências, a lógica prevalecente era a da elaboração de obras que narrassem a História das Ciências desde os primeiros séculos até "aos nossos dias". O objetivo consistia numa narrativa circunstanciada, mediante o estudo o mais exaustivo possível das fontes.

Não parecia haver perguntas concretas a pedirem respostas, não parecia existir problemas históricos específicos a pedirem resolução, mas o objetivo de quantos escreviam parecia residir na elaboração de uma narrativa que compreendesse, da maneira mais completa possível, os pormenores dos desenvolvimentos científicos³³

Pierre Duhem (1816-1916) foi o primeiro a envolver-se num problema histórico, pôs em dúvida a posição dominante e evidente por si mesma de que a Idade Média foram anos obscuros durante os quais nada tinha havido de interesse, rejeitando, desse modo, o esquema historiográfico tão conveniente, em que muitos – e não apenas historiadores das ciências – apoiavam as suas narrativas.

Duhem nasceu em Paris em 1861. Obteve a mais alta classificação nos exames de admissão não só à *École Polytechnique*, mas também à *École Normale*. Seu pai pretendia que ele se inscrevesse na *École Polytechnique* para vir a ser engenheiro. Sua mãe tinha um forte desejo de que o filho fosse para a *École Normale* e estudasse Latim e Grego pois perturbava-a a ideia de que o seu envolvimento com as ciências o desviasse dos princípios do catolicismo que com tanto zelo havia insuflado nos seus filhos. Duhem decidiu ir para a *École Normale*, mas a fim de estudar Física, Química e Matemática.

Publicou o seu primeiro trabalho quando era ainda estudante. A sua carreira começou com uma polémica com Marcellin Berthelot (1827-1907), catastrófica para o seu futuro. Em 1884, concluiu a sua tese de doutoramento - mesmo antes de obter a

³³ *Idem*, p.37.

licenciatura, sobre as forças termodinâmicas na física e na química, na qual reformulou a teoria das reações químicas, utilizando a noção de energia livre.

Essa proposta substituía os critérios que tinham sido propostos por Marcellin Berthelot nas suas investigações em química, sustentando que as reações químicas, e os fenômenos químicos em geral, podem ser entendidos através das leis da mecânica e da física e não necessitam de noções e leis adicionais - algo que, mesmo com os trabalhos de Duhem, pareceu não ser satisfatório. Assim, a tese de Duhem foi rejeitada, devido a inquietações de Berthelot.

Duhem convencido da correção das suas conclusões publicou a tese no ano de 1886, o ano em que Berthelot se tornou Ministro da Educação Pública. Porém, Berthelot nunca lhe perdoou por esta atitude. Por consequência, em 1888, foi aprovada a nova tese de Duhem que agora tinha estudado diversos problemas no campo da teoria matemática do magnetismo.³⁴

Os seus estudos científicos sobre a aplicação da termodinâmica à Química foram particularmente importantes. Em 1902, publicou o livro *Thermodynamique et Chimie*, que haveria de influenciar todos quantos vieram a desenvolver a termodinâmica dos processos irreversíveis. Insistiu na formulação de uma teoria generalizada da termodinâmica, a qual poderia englobar a descrição de todos os fenômenos físicos e químicos. A obra de Duhem compreende estudos originais sobre hidrodinâmica, sobre teoria da elasticidade e sobre eletromagnetismo. Nas suas investigações sobre eletromagnetismo, exprimiu a sua preferência pela abordagem fenomenológica de Helmholtz por oposição à teoria de campo de Maxwell. Para o fim da sua vida, exprimiu objeções à teoria da relatividade de Einstein que classificava de demasiado abstrata.

Duhem deu uma importante contribuição para a filosofia das ciências, fazendo-se ainda hoje referência à tese de Duhem-Quine, segundo a qual é possível discordar de hipóteses teóricas de uma teoria madura, desde que as consideremos como propostas isoladas e, ainda, que qualquer controle experimental de uma proposta concreta, controla, essencialmente, o enquadramento global no contexto do qual essa proposta foi formulada. Foram publicadas, após a sua morte, as conferências que proferiu em 1915 na Universidade de Bordéus, *La science allemande*, em que trata das diversas características nacionais das ciências, considerando a ciência inglesa

³⁴ *Idem*, p.38

“ampla e superficial”, a francesa “restrita e profunda” e a alemã particularmente geométrica e não, como ele próprio preferia, matematicamente analítica.

Pierre Duhem³⁵ foi o primeiro que conseguiu redefinir o caráter das "épocas de trevas" na História das Ciências. A sua fé no catolicismo, a sedução que sobre ele exercia o positivismo, a sua excepcional capacidade de aprender línguas mortas e o seu talento para a matemática caracterizaram Pierre Duhem até ao fim da sua vida. O estudo integral das cosmologias da Antiguidade e da Idade Média, *o Systeme du Monde, Histoire des doctrines cosmologiques, de Platon à Copernic*, começou a ser publicado a partir de 1913 e, à data da sua morte, estavam completos cinco dos dez volumes, que tinha planejado - mas toda a obra foi encontrada em forma acabada entre os seus manuscritos. A recusa do editor, essencialmente por motivos políticos, de prosseguir com a publicação de toda a obra atrasou a edição completa até 1959. A obra foi editada graças à insistência da sua filha Héléne e ao empenho de muitos cientistas conhecidos, e continua a ser, ainda hoje, o escrito mais válido sobre este tema.

À Duhem³⁶ devemos igualmente não só alguns estudos abrangentes sobre a mecânica no período do Renascimento e estudos sobre Leonardo da Vinci, mas também a mais importante história da mecânica - *Les origines de la statique*, de 1903 -, na qual pela primeira vez foram postos em evidência os precursores de Galileu³⁷ no decorrer do século XIV. Sustentou a ideia de que os filósofos antigos e os seus seguidores escolásticos tinham um conceito de método científico mais perfeito que Galileu. Morreu em 1916, na França, aos 55 anos.

2.1.2 O segundo período: a importância da Revolução Científica dos séculos XVI e XVII

A década de 1930 foi um período importante para a historiografia das ciências. Altera-se radicalmente o caráter das obras que são escritas e surgem as primeiras abordagens historiográficas puras, que constituem tentativas no sentido de

³⁵ ABRANTES, P. “Ciência, epistemologia e história em Pierre Duhem”. *Leopoldianvm* 16 (46), 33-46, 1989.

³⁶ LEITE, F. Um estudo sobre a filosofia da história e sobre a historiografia da ciência de Pierre Duhem. São Paulo. 460 p. **Tese de doutorado em Filosofia**. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2012.

³⁷ Galileo di Vincenzo Bonaulti de Galilei (1564-1642), mais conhecido como Galileu Galilei, foi um astrônomo, físico e engenheiro florentino, referenciado com frequência como "fundador da astronomia observacional; da física moderna; do método científico e da ciência moderna".

ultrapassar o modelo positivista. Os séculos XVI e XVII ficam consagrados como sendo o período dos inícios da ciência moderna e muitos historiadores começam a investigar sistematicamente os seus diversos aspectos.

Uma característica importante de muitas obras reside em considerarem que o período da Revolução Científica nos séculos XVI e XVII forma a identidade da ciência, também através da ruptura com a Antiguidade. Apesar de o ponto de vista positivista sobre as ciências continuar a ser dominante, surgem obras que, efetivamente, põem em causa as possibilidades que uma tal concepção apresenta para a História das Ciências. E apesar de a abordagem historiográfica dominante continuar a ser a evidenciação da coerência interna das grandes obras de História das Ciências e a ênfase no papel do talento, começam ao mesmo tempo, a ganhar forma as novas abordagens historiográficas em que a dimensão predominante é a sociológica.

2.1.2.1 As abordagens sociológicas: Merton, Zilsel e Bernal

Robert Merton (1910-2003) em sua tese de doutoramento, defendida em 1935 e intitulada *Science, Technology and Society in Seventh-Century England* contribuiu decisivamente para o desenvolvimento da sociologia das ciências. Merton sublinhava a importância institucional da ciência e dos sistemas de valores que rege o funcionamento da ciência, mas, por outro lado, considerava que o seu núcleo cognitivo não é influenciado por ações externas. No entanto, influenciam o ritmo do progresso científico e podem até alterar o seu sentido. A sociologia mertoniana não considera que os fatores locais exerçam influência sobre o conteúdo da ciência, pois sustenta a ideia de que as instituições impõem valores que não são locais, mas universais.

Para Merton³⁸, a ciência caracteriza-se por quatro valores fundamentais: a universalidade (os critérios de decisão a respeito de uma descoberta são objetivos e não têm a ver com as características pessoais do cientista).; a comunidade de apropriação (para a qual Merton utiliza o termo *communism*, querendo com isso significar que cada descoberta deve ser tornada pública tornar-se pertencente do conjunto da Comunidade Científica); a imparcialidade ou desinteresse (a descoberta científica não deve estar subordinada a interesses de qualquer espécie por parte do

³⁸ Merton, Robert King et al. **Ensaio de sociologia da ciência**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia, 2013.

cientista); e o ceticismo sistemático ou ceticismo organizado (as descobertas objetivas deverão ser apresentadas como tais, independentemente das ideias que a sociedade tenha a respeito delas). As abordagens historiográficas que começaram a ganhar forma após a década de 1980 irão pôr em causa, de maneira catalítica, esses valores, ou melhor, irão criticar que o desenvolvimento da ciência seja resultado de tais valores e só deles.

Gavroglu³⁹ nos mostra que a tese com a qual Merton se identificou é conhecida por “puritanismo e ciência”. Merton sustentou a estreita relação entre a interpretação puritanista do protestantismo inglês e as novas instituições científicas, particularmente a *Royal Society*, que promoviam a atividade científica. A ciência, nos séculos XVI e XVII, tinha-se afirmado como algo útil, e sua aplicação às necessidades sempre crescentes do capitalismo na navegação, na metalurgia, na ventilação das minas etc, conduziu a resolução de muitos problemas práticos e a formulação paralela de princípios teóricos. A orientação prática do puritanismo incrementou valores, como o trabalho, que contribuíram para o aperfeiçoamento de algumas novas práticas científicas, a da experiência.

A partir daí, a ciência deu forma a conceitos que podiam ser utilizados no sentido de confirmar a crença de que Deus intervém na natureza. Aqui, Merton aproxima-se da problemática de Max Weber (1864-1920)⁴⁰ a respeito da relação entre o protestantismo, o trabalho e o capitalismo. Através do estudo das características dos fundadores e dos primeiros membros da *Royal Society* de Londres, Merton foi levado a conclusão de que a ênfase que o puritanismo deu ao trabalho socialmente útil contribuiu decisivamente para a incrementação da prática experimental, que constitui a característica particular da Revolução Científica.

Edgar Zilsel (1891-1944), um dos representantes da Escola de Frankfurt formulou, em 1942, uma análise ainda mais sofisticada. O desenvolvimento da ciência nos séculos XVI e XVII deve-se às relações geradas entre três categorias sociais preexistentes: os eruditos das universidades, os humanistas seculares e os artesãos. Os dois primeiros grupos eram detentores de formas de pensamento racionais e matemáticas, os artesãos eram detentores de uma grande variedade de técnicas e conhecimentos empíricos.

³⁹ GAVROGLU, *Op.cit.* p.47.

⁴⁰Maximilian Karl Emil Weber (1864-1920) foi um intelectual, jurista e economista alemão considerado um dos fundadores da Sociologia.

As sociedades pré-capitalistas, devido à estratificação classista e às suas funções institucionais, não permitiam um contato substancial entre os artesãos e os outros grupos. O desenvolvimento da tecnologia mecânica e os rearranjos sociais nos primeiros estágios da formação do capitalismo contribuíram para a gradual eliminação das barreiras que até então tornavam quase impossível o contato entre os detentores do pensamento racional e os detentores da experiência.

O contato entre esses agentes nas cidades, que se tornaram o campo de ação por excelência da produção capitalista, conduziu a síntese das quais resultaram as obras que levaram à consagração da ciência moderna. Mesmo assim, as análises sociológicas deste gênero continuaram a ser empreendimentos marginais que, na época que essas obras são publicadas, não movem a maioria dos historiadores das ciências.⁴¹

John Desmond Bernal (1901-1971), um dos mais conhecidos estudiosos de cristalografia, professor de Física na Universidade de Londres e membro da *Royal Society*, foi o membro mais proeminente de um grupo de cientistas que, desde a década de 1920, manifestaram uma intensa atividade social sobre temas de ciência e tecnologia. Mais notadamente B. Haldane (1892-1964) e J. Needham (1900-1995)⁴². Influenciados pela política soviética da investigação programada e da aplicação das conquistas científicas, entregam-se à redação de artigos e livros relativos à História das Ciências.

Em 1948, Bernal publicou uma série de conferências no âmbito das Conferências Charles Beard no Ruskin College de Oxford. Intituladas "*Science and Social History*" constituíram as idéias iniciais para a sua obra, em quatro volumes, *Science in History*, na qual o desenvolvimento da ciência está indissoluvelmente entrelaçado com diversos parâmetros sociais. Bernal esforçou-se por articular argumentos tendentes a sustentar a idéia de que as problemáticas mais gerais dos cientistas que orientam as suas investigações são influenciadas por fatores e pressões sociais. Tais problemáticas, porém, só poderiam tornar-se compreensíveis se fosse reanalisada a relação de interação entre ciência e sociedade.

⁴¹ Edgar Zilsel: **The Social Origins of Modern Science**. Diderick Raven, Wolfgang Krohn and Robert S. Cohen (eds) Boston Studies in the Philosophy of Science, 2000. Dordrecht, Boston and London: Kluwer Academic Publishers, 2000.

⁴² RESTIVO, S. Joseph Needham (9 December 1900-24 March 1995). **Social Studies of Science**. 1996;26(1):7-8.

A insistência de Bernal na história social não o arrastou para abordagens simplistas, pois sempre se esforçou por detectar e entender os leves matizes e os pormenores através dos quais as interações sociais influenciam as ciências. Do mesmo modo, Bernal, juntamente com Joseph Needham que, de 1954 em diante, começou a publicar a sua obra, *Science and Civilization in China*, sobre a História das Ciências na China, desempenhou um papel importante na fundação e na modelação da *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO)*.

Todavia, segundo Stoffel⁴³, ninguém exerceu uma influência tão grande sobre a comunidade de historiadores da ciência como Alexandre Koyré.

O estudo de Alexandre Koyré sobre a Revolução Científica influenciou de modo dramático as orientações dos historiadores da ciência⁴⁴⁴⁵. Koyré nasceu na Rússia em 1892. O seu pai era um próspero comerciante. Em 1908, concluiu o Liceu em Rostov e resolveu prosseguir os estudos em Filosofia na Universidade de Göttingen, onde era professor Edmund Husserl, o fundador da Fenomenologia, ao qual Koyré se ligou estreitamente. Também na Universidade de Göttingen lecionava o famoso matemático David Hilbert (1862-1943), cujas conferências Koyre assistiu.

Em 1911 foi para Paris, primeiro para a *Sorbonne*, em seguida para a *École Pratique des Hautes Études*, onde começou a trabalhar na sua tese de doutoramento sobre as ideias de Santo Anselmo. Apesar de ainda não ser cidadão francês, no começo da Primeira Grande Guerra se apresenta como voluntário ao exército francês. Poucos meses depois, decide abandonar o grupo e regressar a Paris. O proprietário do hotel onde residia quando estava em Paris tinha guardado todos os manuscritos e notas relativas à sua dissertação que, assim, conseguiu concluir. Na sequência da publicação de estudos complementares sobre a filosofia da religião, a Sorbonne lhe confere o doutoramento⁴⁶.

Deve-se a Koyré o fato de a Revolução Científica ter se tornado, depois da década de 1940, o problema central dos historiadores da ciência. Esta visão foi materializada sobretudo por dois historiadores. Herbert Butterfield (1900-1979), professor de história na Universidade de Cambridge e Rupert Hall (1920-2009), leitor

⁴³ STOFFEL, Jean François. **Bibliographie d'Alexandre Koyré**. Firenze: Olschki, 2000

⁴⁴ FINOCCHIARO, Maurice A. "The Uses of History in the Interpretation of Science." *The Review of Metaphysics*, September 1977: 93-107. **Newsletter on Science, Technology & Human Values**. 1978;3(1):56-56.

⁴⁵ Jardine N. Koyré's Kepler/Kepler's Koyré. **History of Science**. 2000;38(4):363-376.

⁴⁶ STOFFEL, *Op.cit.* 2000.

de História das Ciências na Universidade de Cambridge, na obra *The Scientific Revolution* (1954), adaptaram o ponto de vista de Koyré sobre o papel central da astronomia e física, alargando, porém, o período cronológico da Revolução Científica e o seu conteúdo, de modo a englobar também os desenvolvimentos em outras ciências da natureza.

Alistair Crombie (1915-1996), em Oxford, estudioso das ciências na Idade Média e autor da obra tão sensacional *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*, era categórico: “A importância e a influência de Koyré é indiscutível... Galileu é um teórico, não um experimentador dedicado” (North, 1996). Thomas Kuhn acreditava que Koyré tinha avançado no sentido de uma “revolução historiográfica” que transformou a História da Ciência em História das Ideias (Kuhn, 1970).

René Taton (1915-2004), o discípulo de Koyré e seu sucessor em Paris, autor da série *Historie Generale des Sciences* afirmou que sua obra substituiu ao mesmo tempo o nosso conhecimento e a nossa interpretação a respeito dos primeiros estágios da dinâmica, bem como da nossa ideia geral sobre os objetivos e os métodos da História das Ciências⁴⁷

A Koyré se deve, igualmente, a insistência na ideia de que os textos científicos antigos devem ser estudados, tal como os textos da filosofia, em função dos problemas, das capacidades e das alterações da época em que esses mesmos textos foram escritos, e não em função da nossa época. De acordo com o historiador da ciência, o britânico Rupert Hal, “Koyré conjugou a sagacidade filosófica com o trabalho sistemático, a fim de criar modelos de novas abordagens históricas”⁴⁸

Koyré convenceu os historiadores das ciências de que a História das Ciências não pode ser um empreendimento de certificação elogioso do positivismo e de que a História das Ciências é uma parte orgânica da História das Ideias. Apesar da relativamente bem-sucedida minagem da História das Ciências positivista para que avançou Koyré, os historiadores das ciências ainda não tinham confrontado com a problemática dos historiadores. Guerlac tentou persuadir os historiadores das ciências de que deveriam dar o passo seguinte e, no final da década de 1950, recordou-lhes

⁴⁷ TATON, René. **Les origines de l'Académie royale des sciences**. Paris: Palais de la découverte, 1966.

⁴⁸ HALL, Alfred Rupert. **The Cambridge Philosophical Society: a history, 1819-1969**. Cambridge: Scientific Periodical Library, 1969.

quanto poderiam aproveitar a problemática e a obra de colegas seus, que tinha começado a ganhar forma já antes da Segunda Guerra Mundial.

A História das Ciências seria epistêmica, na medida em que investigasse aspectos das diversas ciências, que deveriam ser consideradas como tendo ganho forma mediante multiformes interações sociais e culturais⁴⁹. Em 1964, pouco antes de sua morte, o próprio Koyré parece ter compreendido a necessidade de uma reorientação da problemática historiográfica dos historiadores da ciência. Tendo lido a *Estrutura das Revoluções Científicas*, confidenciou a Kuhn a inadequação a sua própria abordagem e considerou que a *Estrutura das Revoluções Científicas* poderia estabelecer a ponte entre a História das Ciências como tal e a história social, as quais, “até então, estavam separadas por quilômetros.”⁵⁰

2.1.3 O terceiro período: episódios no processo de formação da identidade institucional e cognitiva da História da Ciência

Em fevereiro de 1955, trinta e três filósofos, sociólogos e historiadores das ciências reuniram-se na Filadélfia, por convocação da *American Philosophical Society* e da *Natural Science Foundation*, a fim de debaterem o futuro e o papel da História, da Filosofia e da Sociologia das Ciências, e as suas relações com as ciências que naquela época, e sobretudo devido ao desfecho da Segunda Guerra Mundial, gozavam de um prestígio extraordinariamente grande na sociedade americana. O reforço econômico da Filosofia, da Sociologia e da História das Ciências visava a formação não só do público, dos alunos do ensino secundário e dos estudantes do ensino superior, mas também dos cientistas relativamente à natureza da ciência.

Os representantes de cada ramo deveriam responder a uma série de perguntas que ajudariam, sobretudo, a *National Science Foundation* à formular a sua política relativa a essas especialidades. Algumas perguntas do tipo: Qual a orientação da disciplina no que se refere ao ensino e à investigação, que espécie de pessoal existe e que espécie de formação possuem? Que espécie de financiamentos existem? Como pode a investigação nesses ramos beneficiar as ciências? Como podem esses ramos beneficiar o processo educativo? Quais eram as necessidades de investigação e de ensino nesses domínios relativamente aos especialistas, dos cientistas e ao público

⁴⁹ GAVROGLU, *Op.cit.* p.56.

⁵⁰ KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.

em geral? Que papel poderia desempenhar a *National Science Foundation* no reforço desses ramos?

Entre os 33 membros convidados, estavam dois ganhadores do Prêmio Nobel de Física, Arthur H. Compton, agraciado em 1927 e Percy W. Bridgman, premiado em 1946, o filósofo Rudolph Carnap e os historiadores das ciências Henry Guerlac, Marshall Clagett e Robert K. Merton, além do sociólogo Talcot Parsons⁵¹.

Nos discursos, Henry Margenau, da Universidade de Yale, representava os filósofos da ciência e declarou que a sua especialidade desaconselharia a fragmentação das ciências e as tendências de investigação em moda, que não eram susceptíveis de serem justificadas por "critérios objetivos e científicos".

Bernard Barber, da Universidade de Columbia, como representante dos sociólogos da ciência, foi claro: a Sociologia da ciência tenta estabelecer concretamente e com precisão as condições sociais no âmbito das quais a ciência é conduzida ao máximo progresso.

I. Bernard Cohen, da Universidade de Harvard, representava os historiadores das ciências. A História das Ciências não podia, obviamente, ficar para trás perante os exageros das outras: "Se pretendemos assegurar o progresso da ciência, é necessário conhecermos as condições em que se processou o auge ou a decadência da ciência." Na sua intervenção, insistiu na ideia de que deveria ser incrementado o estudo de todos os períodos da História das Ciências, pois isso revelaria o processo pelo qual o novo substituíria o velho.⁵²

Os três representantes insistiram na necessidade de serem ministradas disciplinas relativas ao carácter da ciência e à importância desta para a segurança e para a prosperidade dos EUA. No meio dos rearranjos mais gerais na América da guerra fria no decurso da década tão intensa de 1950, este encontro introduziu de maneira "oficial" a abordagem historiográfica dominante na História das Ciências. Para eles, A História das Ciências deveria centrar-se na análise dos fatores que existem no interior da ciência, na dinâmica das ideias, na eficiência dos métodos matemáticos, nas potencialidades dos novos instrumentos etc.

Uma questão são as condições de origem, e outra o desenvolvimento das ciências, o qual, no entanto, não tem a ver com as condições externas. A opção pelo ponto de vista "internalista" pressupunha a rejeição do ponto de vista "externalista". O

⁵¹ GAVROGLU, *Op. Cit.* p. 57.

⁵² *Idem* p.58.

segundo estava errado e a conjugação de ambos era um risco político. Mas havia ainda um outro motivo que justificava as palavras francas: a história social ganhava aliados perigosos. Mesmo o ponto de vista de Robert Merton, embora não contivesse qualquer traço de análise marxista, não era susceptível de gozar de apreço, com companheiros de viagem como Bernal, Crowther, Zilsel e é claro, os exércitos dos soviéticos, prontos a despedaçarem a produção acadêmica burguesa.

Os financiamentos da *National Science Foundation* acabaram por funcionar dinamicamente, em particular no setor educacional, onde o Reitor da Universidade de *Harvard*, James Conant, conseguiu incorporar plenamente no programa de ensino da escola disciplinas com bastante referências à História e à Filosofia das Ciências. Eram seus colaboradores, I. Bernard Cohen e Thomas Kuhn, juntamente com Leonard Nash. O físico Edwin Kemble e o historiador Gerald Holton tinham igualmente assumido o ensino de algumas disciplinas.

Na verdade, desde 1946, James Conant se preparava para introduzir a disciplina de História da Ciência no âmbito da sua idéia abrangente sobre os objetivos da cultura geral numa sociedade livre. O grande desafio para ele, consistia em poder ensinar os estudantes a usarem as palavras certo e errado, não só no sentido ético, mas também matemático. A História e a Filosofia da Ciência constituiriam as ferramentas adequadas a tal fim. No começo da década de 1960, sete universidades nos EUA ofereciam a possibilidade de elaboração de teses de doutorado em História da Ciência.

2.1.3.1 A importância de George Sarton

George Alfred Leon Sarton (1884-1956) não pertencia à primeira geração dos historiadores da ciência. Apesar de um tanto mais novo, foi ele quem conseguiu criar muitas das condições para a constituição institucional da História da Ciência⁵³. Porém, poucos se referem a obra de Sarton. É possível que pareça ultrapassada ou seja considerada essencialmente como um guia bibliográfico, mas George Sarton, pode ser considerado o mais apaixonado defensor da opinião pela qual lutou até o fim de sua vida, segundo a qual, a História da Ciência constituía o novo “Humanismo” que contribuiria decisivamente para a transformação dos cientistas em cidadãos.

⁵³ THACRAY, A.; MERTON, R.K. On Discipline Building: The Paradoxes of George Sarton. *Isis*, Vol. 63, No. 4. (Dec., 1972), p. 472-495.

Considerava que os historiadores da ciência poderiam ser aqueles que construiriam as pontes entre os “técnicos que eram bárbaros” e os humanistas “bem-intencionados, mas incapazes”. Estudou química e matemática e, em 1911, concluiu sua tese de doutoramento sobre mecânica celeste.

Começou a trabalhar em Ghent, na Bélgica, onde em 1913, fundou a mais antiga revista da área, a *Isis*, uma iniciativa extremamente importante para a consolidação da área. O comitê da revista era formado por 33 personalidades conhecidas pelas suas contribuições científicas ou pelas suas obras no domínio da História da Ciência. Os seus nomes não deixavam qualquer dúvida sobre sua crença no positivismo.

Entre esses notáveis estava Svante Arrhenius (1859-1927), conhecido pelas suas investigações no campo da eletroquímica e detentor do Prêmio Nobel de Química em 1903; Moritz Cantor (1829-1920), conhecido por suas contribuições em história da matemática; Emile Durkheim (1858-1917), um dos fundadores da sociologia e professor da Sorbonne; Antonio Favaro (1847-1922), editor das obras completas de Galileu; Thomas Heath (1861-1940) e J.L. Heiberg (1854-1928), conhecidos pelas suas importantes investigações em história da matemática grega antiga; Wilhelm Ostwald (1853-1932), um dos fundadores da físico-química e ganhador do Nobel de química em 1909; William Ramsey (1852-1916), detentor do Prêmio Nobel de Química de 1904 pela descoberta dos gases inertes; Karl Sudhoff (1853-1938), professor de História da Medicina, e H.G. Zeuthen (1839-1920), professor da Universidade de Copenhage e conhecido pelas suas investigações em história da matemática grega antiga. Ainda no comitê estava Henri Poincaré (1854-1912), matemático e físico francês que, no entanto, já tinha morrido quando da edição do primeiro volume da *Isis*, em março de 1913.⁵⁴

Nesse primeiro volume, Sarton exprimia a sua visão a respeito dessa publicação. A revista contribuiria para a elaboração de um manual “verdadeiramente completo e sintético” sobre a História da Ciência, contribuiria para o conhecimento da humanidade e estudaria as formas por meio das quais poderia incrementar-se a produção intelectual”. Também “refundaria a obra de Comte sobre bases históricas e científicas mais profundas e elegantes”. Por fim, contribuiria para a paz e o bem-estar mundiais, através de um estudo crítico da ciência. Com exceção da *Isis*, nenhuma das

⁵⁴ GAVROGLU, *Op.cit.* p.42

revistas que tinham sido fundadas a fim de acolher artigos sobre História das Ciências pode dar continuidade à sua publicação após a Primeira Guerra Mundial. Em 1924, tornou-se a revista oficial da *History of Science Society*, dos EUA. A *Isis* é a revista mais antiga ainda em publicação. Em 2020, está em seu volume 110, sendo editada pela *University of Chicago Press*. Todos os anos é publicado um fascículo especial em que é listada a maioria esmagadora dos artigos, dos livros e das apresentações de livros que saíram no decorrer do ano precedente em grande número de revistas de história, de filosofia e de sociologia das ciências e da tecnologia.

Com o começo da Primeira Guerra Mundial, Sarton foi primeiro para Inglaterra, onde trabalhou no departamento de censura do exército. Em 1916, partiu para os EUA, onde começou a dar aulas de História das Ciências em diversas universidades, e no mesmo ano foi nomeado leitor de Filosofia na Universidade de Harvard, com a ajuda de L. J. Henderson (1878-1942), um bioquímico de *Harvard* que ensinava História das Ciências. Esta nomeação foi a diversos títulos benéfica não só para Sarton, mas também para a consagração da História das Ciências. A estada de Sarton em Harvard só foi possível pelo fato de ter obtido um financiamento permanente da *Carnegie Foundation*.

Em *Harvard*, Sarton pôde trabalhar na biblioteca Widener, uma das maiores importantes bibliotecas do mundo e completar o seu ambicioso programa de trabalho. Além disso, com a influência que o novo lugar lhe conferia, conseguiu obter financiamento para voltar a editar a *Isis*, que tinha cessado a ser publicada após a saída da Bélgica, e avançar, em 1923, para a fundação da *History of Science Society*. Em 1940, foi nomeado professor titular de História das Ciências na Universidade de Harvard.

Já desde 1927 que Sarton afirmava a sua vontade de “demonstrar, indutivamente, a unidade do conhecimento e a unidade da humanidade”, como ele escrevia numa das suas cartas. E, de fato, conseguiu tornar-se um visionário e, ao mesmo tempo, dar forma à identidade cognitiva e profissional do ramo: fundou uma revista que, durante muitos anos, foi ponto de referência dos que se ocupavam da História da Ciência; contribuiu para a criação de uma sociedade profissional, a *History of Science Society*, conseguiu canalizar recursos materiais, movimentar o respectivo potencial humano para a materialização de diversos trabalhos de investigação em História das Ciências e insistiu na elaboração de obras de referência, obras generalistas, monografias e manuais pedagógicos.

Sarton costumava orgulhar-se da descoberta de um teorema de História da Ciência:

Definição: A ciência é um conhecimento positivo sistematizado, ou aquilo que foi considerado como tal em diversos períodos e em diversos lugares.
 Teorema: A aquisição e a sistematização do conhecimento positivo são as únicas atividades humanas verdadeiramente cumulativas e progressivas.
 Conclusão: A História da Ciências é a única história capaz de evidenciar esse progresso.⁵⁵

A sua decisão de elaborar uma obra tão ambiciosa, com o título de *Introduction to the History of Science*, não era independente das suas concepções mais gerais a respeito da ciência: Sarton acreditava na unidade do conhecimento, na integralidade da experiência, na necessidade de uma filosofia holística que compreendesse a ciência e a técnica. Pretendia que essa obra constituísse uma introdução à história e à filosofia da ciência, “algo como um compêndio das fontes de informação de que os estudantes irão necessitar” e ao qual poderiam recorrer.

Seria constituída por três séries: a primeira daria uma visão de conjunto dos desenvolvimentos científicos nas diversas culturas em períodos sucessivos de cinquenta anos; a segunda traria dos diversos tipos de cultura; e a terceira apresentaria as diversas ciências particulares. A obra total seria constituída por 26 volumes. Conseguiu concluir os três primeiros volumes da primeira série: *From Homer to Omar Khayyam*, 1927, 840 páginas, que chegou até o século XI; *From Rabbi Ben Erza to Roger Bacon*, 1931, 1252 páginas, que chegou até ao século XIII, e *Science and Learning in the Fourteenth Century*, 1947, 1018 páginas, que apresentava apenas os desenvolvimentos do século XIV.

Provavelmente a ideia inicial de Sarton não seria mesmo realizada. Mas, Sarton criou uma rede enorme de historiadores das ciências com os quais estava em permanente comunicação, como demonstra o seu arquivo que se encontra na Universidade de *Harvard*. Encorajava-os a publicar trabalhos no âmbito da sua especialidade, mas também lhes colocava questões no sentido de os ajudarem na elaboração dos seus próprios livros.⁵⁶

Abaixo temos a bibliografia publicada por George Sarton:

- Introduction to the history of science. Baltimore: Williams & Wilkins, 1927-1948. 3 vols.
- The history of science and the new humanism. New York: Henry Holte, 1931. A paperback edition was published in 1962 by the Indiana University Press.

⁵⁵ GAVROGLU, *Op.cit.* p.45.

⁵⁶ ROSETTO, 2012, *Op.cit.* p.

- The study of the history of science. Cambridge: Harvard University Press, 1936.
- The study of the history of mathematics. Cambridge: Harvard University Press, 1936.
- The life of science: essays in the history of civilization. New York: Henry Schuman, 1948.
- Horus: a guide to the history of science: a first guide for the study of the history of science, with introductory essays on science and tradition. New York: Chronica Botanica Company, 1952.
- A history of science: ancient science through the golden age of Greece. Cambridge: Harvard University Press, 1952.
- The old world and the new humanism. In: Man's Right to Knowledge; First Series: Tradition and Change. New York: Muschel. 1954. p. 63-68.
- Galeno f Pergamon. Lawrence: University of Kansas Press, 1954. The appreciation of ancient and medieval science during the renaissance (1450-1600). Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1955.
- Six wings: men of science in the renaissance. Bloomington: Indiana University Press, 1957.
- A history of science: hellenistic science and culture in the last three centuries B.C. Cambridge: Harvard University Press, 1959.⁵⁷

Esse conjunto de atividades e documentos literários vai conferir a George Sarton um papel significativo para a consolidação da História da Ciência como uma área de caráter interdisciplinar e de pesquisa, propiciando condições para se conhecer os caminhos trilhados pela ciência e pelos cientistas.

2.2 A INSTITUCIONALIZAÇÃO DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NO BRASIL

O estudo da institucionalização da história das ciências no Brasil apresentou nos últimos trinta anos uma mudança de interpretação. Num primeiro momento, a historiografia especializada veiculava a tese central da quase inexistência e do grande atraso das atividades científicas no país antes do período republicano. Nesse sentido estão as obras de Fernando de Azevedo, *As Ciências no Brasil*, de 1955; e Simon Schwartzman, *Formação da Comunidade Científica no Brasil*, de 1979.

No capítulo introdutório do livro, Azevedo apresenta uma concepção bastante tradicional de ciência moderna, por ele caracterizada como conhecimento crítico e experimental. Buscando explicações socioculturais para a falta de espírito crítico e científico até os anos de 1930 e a predominância de um pensamento literário e retórico, o autor conclui que estas características da história cultural brasileira se deveram à forte presença da Igreja Católica – ligada à colonização portuguesa – e à

⁵⁷STRELSKY, K.. *Bibliography of the Publications of George Sarton*. *Isis* 48, no. 3 (1957): 336-50. Accessed April 20, 2021. <http://www.jstor.org/stable/226474>.

tardia industrialização. Azevedo registra para o período imperial, “algumas manifestações esporádicas de produção científica”, sobretudo na área da botânica, devidas à atuação de naturalistas estrangeiros. Para o autor, o marco na implantação de pesquisas científicas no Brasil, tanto na área das ciências da natureza, como nas sociais, deu-se nos 1930, com as primeiras universidades, sobretudo a Universidade de São Paulo que, segundo ele, em 1955, já havia conquistado prestígio continental em áreas como a física e a química.⁵⁸

Simon Schwartzmann, mesmo assumindo uma conceituação mais sofisticada de ciência, entendida como uma atividade social com tradições e métodos próprios, acabou fortalecendo esta imagem estabelecida nos anos 1950. Em parte, porque, para períodos recuados como o século XIX, utilizou informações contidas no livro editado por Fernando de Azevedo. Mas também, porque se baseou, de forma extensiva, em depoimentos de cientistas das universidades e institutos de pesquisas. Suas conclusões apontam para o marco universitário, quando, a seu ver, implantou-se no país uma ciência profissionalizada, entendida como ciência realizada por profissionais prioritariamente dedicados às atividades de produção de conhecimentos e cuja existência, para o autor, corresponde ao reconhecimento social da atividade científica. A partir desse referencial, sua avaliação sobre as ciências no período imperial é bastante crítica. Em suas palavras, nestes anos, “sem um apoio político mais decidido e sem uma base social, a ciência e a educação superior no Brasil vegetaram”.⁵⁹

Note-se que, em 1979, ano de publicação da obra de Schwartzmann, já havia sido publicadas duas obras sobre instituições brasileira do século XIX e início do século XX, o livro da historiadora inglesa Nancy Stepan, sobre o Instituto Oswaldo Cruz, e o do brasileiro José Murillo de Carvalho sobre a Escola de Minas de Ouro Preto⁶⁰. Para Schwartzmann, enquanto a escola mineira havia sido uma “exceção”, o instituto da área médica, voltado para uma ciência utilitária, confirmava a não

⁵⁸ Dantes, Maria Amélia M. 2001 As instituições imperiais na historiografia das ciências no Brasil. In: Heizer, Alda; Videira, Antonio A.P. (Org.). **Ciência, civilização no império nos trópicos**. Rio de Janeiro: Acess. p.225-234.

⁵⁹ Schwartzmann, Simon. **Formação da comunidade científica no Brasil**. São Paulo: Comp. Ed. Nacional, 1979.

⁶⁰ STEPAN, Nancy. **Gênese e evolução da ciência brasileira. Oswaldo Cruz e a política de investigação científica e médica**. Rio de Janeiro: Artenova, 1976.; CARVALHO, José Murilo de. **A Escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória**. Rio de Janeiro: FINEP, 1978.

existência de uma ciência verdadeiramente profissionalizada no Brasil até os anos 1930.

No entanto, se Azevedo e Schwartzmann enfatizaram a insignificância das ciências no Brasil do século XIX, podemos dizer que, de forma aparentemente paradoxal, as instituições científicas têm forte presença nos textos que produziram.

De um lado, pelo papel determinante que têm nos marcos cronológicos seguidos por estes autores. Mas também, por que, nestes livros, sua atuação está registrada de forma significativa.⁶¹

Ou seja, estes autores, apesar de registrarem a presença de instituições científicas no Brasil imperial, lhes negam uma atuação científica significativa. Porém, a partir das críticas aos trabalhos de Fernando de Azevedo e Simon Schwartzmann feitas por Maria Amélia Dantes e Sílvia Figueiroa⁶², identificamos inúmeras obras sobre as instituições criadas a partir da vinda da corte portuguesa ao Brasil.

Mas, não devemos ignorar o registro da própria Dantes⁶³ em que desde 1500 aconteceram atividades científicas no Brasil, tais como, as viagens exploratórias, catalogações de espécimes e pesquisas que estão sendo realizadas identificando estudos durante os séculos anteriores à chegada da família real ao Brasil⁶⁴.

Ao final do período colonial aconteceu a instalação de instituições científicas, durante a permanência da corte portuguesa no Brasil.

No entanto, foi somente com o estabelecimento da corte portuguesa na colônia, em 1808, que ocorreram as medidas mais concretas para a institucionalização da atividade científica no Brasil. A cidade do Rio de Janeiro, como capital do Império, foi aparelhada com instituições necessárias a sua vida administrativa e social: escolas profissionais, uma biblioteca, um horto e um Museu de História de Natural entre outras.⁶⁵

Essas instituições atuaram durante todo o Império, incluindo implantação de embriões das Faculdades de Medicina (Bahia e Rio de Janeiro) e a Academia Militar do Rio de Janeiro que daria origem à Escola Central (futura Escola Politécnica), além

⁶¹ Dantes, Maria Amélia, *Op. Cit.*, p.228.

⁶² FIGUEIRÔA, S. Mundialização das Ciências e Respostas Locais: sobre a institucionalização das Ciências Naturais no Brasil (de fins do século XVIII à transição ao século XX). **Asclepio**, vol. L-2, p. 107-123, 1998.

⁶³ DANTES, Maria Amélia. As Ciências na História Brasileira. **Cienc.Cult.** vol.57 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2005.

⁶⁴ Ver artigo de Carlos Ziller Camenietzki "Nos céus do Brasil. Estudos sobre cometas feitos por jesuíta na Bahia colonial chamaram a atenção de Isaac Newton" in **Nossa História**, ano 1, nº 1, 30-34. Novembro de 2003.

⁶⁵ DANTES, Maria Amélia. Fases da implementação da ciência no Brasil. **Quipu**, v. 5, n. 2, mai.-ago.1988, p. 267.

da inserção do Observatório Astronômico e criação de específicas comissões científicas de durações limitadas. Todas essas instituições e comissões, em suas atividades, estimularam o interesse pela cultura científica.

Importante frisar que ao longo do segundo império, as atividades científicas gravitavam em torno de D. Pedro II (1825-1891), decorrente do envolvimento pessoal do soberano pela ciência. Destaca-se que o monarca atuou diretamente na criação de instituições científicas, tais como a Escola de Minas de Ouro Preto e o Observatório Nacional.

Ao longo de toda a segunda metade do século XIX, registra-se o fortalecimento do Museu Nacional como órgão consultor do Império e as atuações da instituição nas áreas de história natural e antropológica (esta última em pleno desenvolvimento), com participação em exposições nacionais e internacionais para apresentação das riquezas naturais do país e seus respectivos estudos. Cabe ressaltar que, ao estudarmos o desenvolvimento da história das Ciências no Brasil no século XIX, constataremos que o Museu Nacional teve participação efetiva neste cenário desde sua criação.⁶⁶

Na virada do século XX, identificamos o fortalecimento de instituições diversas ao longo do país e o início de registros historiográficos sobre instituições do século XIX. Nessa oportunidade, apontamos um trabalho alentado de história da ciência intitulado *História da Fundação do Observatório Astronômico desde a sua fundação*, uma fonte rica em dados sobre o Observatório Nacional e sobre a astronomia no Brasil. A obra também consegue retratar bem a atmosfera do meio científico da época. Infelizmente a obra não foi publicada e isso parece refletir o estado de penúria das instituições científicas brasileira desse período.

São também bastante comuns nesse período, os estudos históricos sobre as explorações científicas. Deve-se destacar aqui a obra de Rodolfo Garcia (1873-1949), historiador de profissão, diferente de outros autores da área, em geral cientistas das áreas de exatas e da natureza. Em 1922, Garcia publicou a sua *História das*

⁶⁶ Sobre o assunto, ver: LOPES, Maria Margaret Lopes. **O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as ciências naturais no século XIX**. São Paulo: Ed. HUCITEC, 1997; GUALTIERI, Regina Cândida Ellero. **Evolucionismo no Brasil. Ciência e Educação nos Museus. 1870-1915**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008; DANTAS, Regina. *A participação do Museu Nacional na Exposição Universal Internacional de Paris em 1889*. Rio de Janeiro: 2012. **Tese**. (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Explorações Científicas no Dicionário Histórico, Geográfico e Etnográfico do Brasil⁶⁷, considerada por alguns como o mais detalhado trabalho sobre o assunto. De fato, a obra proporciona relato cronológico das primeiras explorações científicas do século XVI, até as das primeiras décadas do século XX, debruçando-se detidamente em cada uma delas. Trata-se de valiosa fonte original de consulta, sendo a primeira tentativa de síntese do gênero.

Na verdade, o trabalho citado de Rodolfo Garcia é uma exceção no cenário geral da História das Ciências no Brasil, pois a maioria das obras dessa área eram concebidas como defesa e promoção de uma disciplina científica no esforço de enraizá-la no solo brasileiro. Isso pode ser facilmente ilustrado nas áreas da Medicina, Meteorologia, Botânica, Zoologia, Agricultura, etc. Seus autores em geral eram cientistas bastante conhecidos como Oscar Freire, Delgado de Carvalho, Arthur Neiva, Joaquim de Sampaio Ferraz, Frederico C. Hoehne, entre outros, detentores de um saber profissional bastante seguro, mas, infelizmente, pouco habilidosos em relação aos métodos e técnicas historiográficas.

O representante mais expressivo dessa geração é o zoólogo Cândido de Mello Leitão, autor de uma obra relativamente extensa e cuidadosa no domínio da história da ciência. Seus trabalhos refletem pesquisas minuciosas, narrativas bem organizadas e sobriedade nos elogios. Sua obra *A Biologia no Brasil*⁶⁸, de 1937 esboça uma tentativa de análise mais elaborada ao sintetizar e contrapor os avanços das ciências biológicas na Europa às contribuições de nossos naturalistas dos séculos XVI ao XIX.

Por outro lado, na década de 1940, a situação social, econômica e cultural do país era diferente do início do século. A industrialização acelera-se a partir da década de 1930 provocando mudanças estruturais na economia e no próprio consumo, alterando o ritmo de vida do povo brasileiro. Esse dinamismo fazia-se sentir também na área cultural e educacional com o surgimento de muitas faculdades por todo o Brasil. Contudo, em termos científicos, foi decisiva a fundação da Universidade de São Paulo (USP), em janeiro de 1934 e da Universidade do Distrito Federal, em 1935. A UDF foi idealizada pelo então secretária de educação, Anísio Teixeira. A UDF

⁶⁷ GARCIA, Rodolfo. "História das explorações científicas" in Dicionário Histórico, Geográfico e Etnográfico do Brasil. Introdução Geral. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 1922.

⁶⁸ LEITÃO, Cândido de Mello. **A biologia no Brasil**. São Paulo: Cia. Ed. Nacional, 1937. (Coleção Brasileira, 99).

caracterizou-se por sua proposta inovadora e pelo fato de não possuir as três faculdades tradicionais - Direito, Engenharia e Medicina -, e sim uma Faculdade de Educação, que pela primeira vez dotou o magistério de formação específica de nível superior.

Entretanto, essa proposta universitária colidiu com os propósitos do governo federal, e em 1939 a UDF foi fechada e incorporada à Universidade do Brasil. Ao contrário, a USP prosperou, formando a primeira geração de pesquisadores nacionais de alto nível, com a ajuda de professores estrangeiros contratados de centros científicos avançados. Na década de 1940, esses jovens cientistas já estavam em ação enriquecendo a cultura científica brasileira.

Mas, aproveitamos para apresentar um outro bom exemplo de aliar a sua condição de cientista ao ofício de historiador, trata-se de Othon Leonardos (1899-1978). Suas obras mais importantes são *Geociências no Brasil – A Contribuição Britânica* (1970)⁶⁹ e *Geociências no Brasil – A Contribuição Germânica* (1973)⁷⁰. Embora não sejam atualizados do ponto de vista historiográfico, ambos são ricos em pormenores, donos de farta bibliografia. Caso singular é o de Heinrich Rheinboldt (1891-1955), autor do capítulo sobre Química. Cientista alemão, respeitado internacionalmente pelos seus trabalhos sobre a química dos complexos, veio ao Brasil em 1935, onde foi fundamental para a modernização do ensino de química e para a fundação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo⁷¹.

Na USP, formou-se a primeira geração de químicos brasileiros. Rheinboldt foi um dos editores do renomado periódico *Chymia*, especializado em história da Química, escreveu ainda diversas biografias de químicos famosos e de trabalhos sobre a evolução histórica de métodos químicos.

Em português, escreveu um ensaio sobre a vida e a obra de Jous Berzelius, publicado na revista *Selecta Chimica*, nos anos de 1950 e 1951. Da mesma forma, jovens pesquisadores como Mário Guimarães Ferri, o mais novo entre os autores, foram estimulados a escrever e desenvolver estudos na área de História das Ciências. Ao lado dos seus estudos pioneiras sobre cerrados, Ferri contribuiu para disseminar

⁶⁹ LEONARDOS, Othon Henry, 1899-1977. **Geociências no Brasil: a contribuição britânica**. Rio de Janeiro: Forum, 1970.

⁷⁰ LEONARDOS, Othon Henry, 1899-1977. **Geociências no Brasil: a contribuição germânica**. Rio de Janeiro: Forum, 1973.

⁷¹ SENISE, Paschoal. **Origem do Instituto de Química da USP: reminiscências e comentários**. São Paulo: Instituto de Química da USP, 2006.

publicações na área quando esteve na presidência da Editora da USP, nas décadas de 1970 e 1980.

Além disso, coordenou, juntamente com Shozo Motoyama, os três volumes da obra *História das Ciências no Brasil*⁷² e promoveu a reedição de vários clássicos de interesse histórico para toda cultura brasileira dentro da Coleção Reconquista do Brasil, sob sua direção.

Na mesma época, no ano de 1954, com o mesmo objetivo de comemorar o IV Centenário da capital paulista, o jornal Estado de São Paulo publicou uma série de artigos sobre o desenvolvimento histórico das ciências no estado paulista. A despeito de não terem valor historiográfico, pois na sua maioria eram escritos curtos sem caráter analítico, não podem ser desprezados como fontes de informações. Assim, algumas áreas não cobertas em antigos clássicos, tais como na obra de Fernando de Azevedo, são levadas em consideração, como se pode constatar em *Desenvolvimento da Genética em São Paulo nos últimos 20 anos*⁷³, de A. Carvalho e *Quatro Séculos de Medicina em São Paulo*⁷⁴, de Antônio de Almeida Prado, entre outros.

Em 1975, 21 anos depois, o mesmo jornal volta a tomar a iniciativa semelhante, na comemoração do seu centenário, agora sobre todo o contexto brasileiro. Naturalmente, os autores já são outros, mas o perfil deles é semelhante. São todos cientistas consagrados, experientes e interessados, por um motivo ou outro, em história da ciência. Destacamos Simão Mathias, Antonio Pinheiro de Ulhôa Cintra, José Roberto do Valle, José Leal Prado, José Goldemberg, entre outros.

Identifica-se tentativas de inovação na abordagem como, por exemplo, observada em “Cem Anos de Física no Brasil”, de autoria de José Goldemberg. Físico, conhecido internacionalmente, Goldemberg destaca-se também como um articulador e administrador de Ciência e Tecnologia. Refletindo esse interesse, o seu trabalho tem marcadamente o viés da política científica, além de utilizar o método quantitativo, novidade pouco utilizada no Brasil. Assim, apesar do espírito comemorativo que

⁷² MOTOYAMA, Shozo e FERRI, Mário (orgs.), **História das Ciências no Brasil**, 3 vols. São Paulo: Edusp, 1979-1980.

⁷³ CARVALHO, A. *Desenvolvimento da Genética em São Paulo nos últimos 20 anos*. In. **Ensaio Paulistas**. São Paulo: Anhembi, 1958.

⁷⁴ PRADO, Antonio de Almeida. **Quatro Séculos de Medicina em São Paulo**. São Paulo: Anhembi, 1958.

norteou essas publicações, os frutos são dignos de menção, graças ao crescimento do meio científico paulista.

De fato, a expansão da comunidade científica brasileira, ainda que lentamente, iniciou-se de modo visível na década de 1950. Igualmente, nessa época, não por acaso, dava-se a modernização e a industrialização no país. No nível mundial, o prestígio da C&T estava no auge em função dos seus papéis na Segunda Grande Guerra, sobretudo a energia nuclear que instigava governos no mundo inteiro, inclusive no Brasil. A partir dessa conjuntura, começou a haver esforços de alguns segmentos da sociedade brasileira para a montagem de um sistema de C&T.

Foi então fundado em 1951, o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) que teria função decisiva para a institucionalização e expansão da atividade científica no território brasileiro. De certa forma, o CNPq era a concretização do esforço de um pequeno grupo de pesquisadores congregados em torno da academia Brasileira de Ciências, que desde a década de 1920 vinha pregando a necessidade da criação de um órgão governamental incumbido de promover e financiar as investigações científicas. Isto só se tornou possível na conjuntura favorável à C&T do período pós Segunda Guerra.

O Almirante Álvaro Alberto da Motta e Silva⁷⁵, o primeiro presidente do CNPq, fazia parte desse grupo desde o início, pois era também um físico-químico preocupado com os rumos da pesquisa. Personagem principal na criação do órgão nacional de fomento da C&T pelo seu prestígio no governo federal, ele era também um político e administrador de ciência, que, no exercício das suas atividades aprendera a importância da história da ciência.

Conforme já dito, no fim da década de 1950, a comunidade de pesquisadores da disciplina já atingira um número razoável, porém, mais notadamente no domínio da História da Medicina⁷⁶. Detentores de uma tradição mais longa, mais organizados, os estudiosos desse campo organizaram diversas sociedades, sendo a primeira nos anos de 1940, a Sociedade Brasileira de História da Medicina. Além disso, fundaram alguns periódicos dedicados ao tema como a Revista Brasileira de História da

⁷⁵ Para maiores informações sobre a atuação do Almirante Álvaro Alberto, ver: GARCIA, João Carlos Vitor. *Ciência e Interesse Nacional: O Almirante Álvaro Alberto Motta da Silva e a política científica e tecnológica brasileira de 1945 a 1955*. São Paulo, Tese de doutorado: Departamento de História (USP) 1998.

⁷⁶ Sobre o assunto, ver: EDLER, Flávio Coelho. *A Medicina no Brasil Imperial: clima, parasitas e patologia tropical*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2012.

Medicina em 1949; Arquivos Baianos da História da Medicina, também em 1949 e o Jornal de História da Medicina, em 1956.

Nesse aspecto, salienta-se o trabalho de Pedro Nava (1903-1984), *Capítulos de História da Medicina no Brasil*⁷⁷, Rigor médico e pesquisa histórica estão em equilíbrio nesta obra que resgata passagens determinantes para a formação e as transformações da cultura e da ciência brasileira. Os artigos de Pedro Nava reunidos neste livro foram publicados entre 1948 e 1949, como uma separata da revista fluminense *Brasil Médico Cirúrgico*.

O autor advoga por uma história médica encarada como uma história das ideias, criticando a orientação historiográfica do tipo narrativo e cronológico. Se lembrarmos que uma das vertentes historiográficas dominantes no cenário internacional nesse tempo era justamente a história das ideias científicas do tipo weberiano, o clamor de Pedro Nava faz sentido, porém, não fazia eco ainda no meio brasileiro, em relação ao seu modelo historiográfico.

Na década de 1960, o clima até então essencialmente amador da historiografia da ciência, inicia uma mudança decisiva. A comunidade científica brasileira crescera e amadurecera. O enfrentamento com a pesquisa de vanguarda abria o horizonte cultural e filosófico de alguns cientistas de qualidade que percebiam a utilidade e a riqueza da história da ciência. Do outro lado, o avanço da industrialização exigia a formação de um número respeitável de professores, engenheiros, cientistas e técnicos de nível superior.

Em consequência, a rede universitária expandiu-se de modo significativo. Esse crescimento, entretanto, foi desordenado e turbulento, agravado pelas incertezas políticas e econômicas da época. O problema educacional adquiriu uma tonalidade dramática. Os mestres universitários enfrentavam o desafio do ensino de ciências e das tecnologias numa situação inusitada, ou seja, enorme explosão numérica de alunos e insuficiência de recursos, tanto humanos quanto instrumentais. Inserido nesse processo educacional de equívocos e pressionados no dia a dia de sua pesquisa, alguns cientistas de larga visão cultural compreenderam a importância da história da ciência para esse processo. Assim, alguns cientistas de porte de Carlos Chagas Filho, José Leite Lopes, Leopoldo Nachbin, Plínio Sussekind, entre outros, iniciaram o processo da difusão da história da ciência como meio educacional.

⁷⁷ NAVA, Pedro. **Capítulos da História da Medicina no Brasil**. Cotia: Ateliê Editorial, 2003.

Por sua vez, muitos estudantes universitários jogados no meio do turbilhão das contradições da política educacional, submetidos a dureza da agitação social em curso, manifestavam insatisfação crescente por uma especialização prematura, pleiteando cursos mais abrangentes, inclusive de caráter histórico. Por trás desse questionamento, estava com toda certeza a imagem da ciência no conceito dos vários regimentos da sociedade, simbolizada dramaticamente nas barricadas estudantis de Paris em 1968, que se irradia por todo meio universitário mundial⁷⁸. A juventude queria um futuro diferente daquele que aparentemente os seus países haviam-lhes destinado. Contudo, os caminhos alternativos só poderiam ser encontrados no exame do processo histórico.

Na conjunção desses dois fatores foram surgindo, de modo paulatino, alguns cursos regulares de história da ciência, tais como o da Universidade Federal de Minas Gerais, o da Universidade Federal do Rio de Janeiro e os da Universidade de São Paulo. No entanto, os cursos não eram ministrados por historiadores de ciência profissional.

Os encarregados pelos cursos eram em geral formados em outras áreas, mas que por gosto e vocação tinham conhecimento da disciplina. Eram os casos dos físicos Francisco Magalhães Gomes e Plínio Sussekind e do matemático Benedito Castrucci. Outrossim, as matérias expostas em alguns desses cursos foram reunidas em livros didáticos. Um exemplo interessante é a publicação, em 1963, do livro *História da ciência*⁷⁹, apoiado pelo então Conselho Nacional de Pesquisas (atual CNPq) e pelo Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação (atual IBICT).

Seu autor, Luiz Hildebrando Horta Barbosa, escreveu-o pensando no público que cursava o curso de biblioteconomia no Rio de Janeiro. Outro exemplo são os livros *A Medicina no Tempo*⁸⁰ (1970), de Octacílio de Carvalho Lopes e *Evolução das Idéias da Física*⁸¹ (1972) de Junichi Osada. O compêndio de Octacílio de Carvalho Lopes é consequência da sua experiência em várias faculdades de Medicina. O texto de Osada é um aperfeiçoamento de suas apostilas do curso dado de 1967, no Departamento de Física da USP. O autor tem o mérito de ter estimulado e apoiado

⁷⁸ MOTOYAMA, S. **História da Ciência no Brasil. Apontamentos para uma Análise Crítica.** *Op.cit.*p.181.

⁷⁹ Barbosa, Luiz Hildebrando de Barros Horta. **História da ciência.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação, 1963

⁸⁰ Lopes, Octacílio de Carvalho. **A medicina no tempo.** São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1970.

⁸¹ Osada J. **Evolução das ideias da física.** São Paulo: Edgard Blücher, 1972.

um grupo de estudantes interessados no tema que depois se constituiria no núcleo de historiadores das ciências na USP. Em relação aos manuais note-se que embora seja fácil assinalar os seus defeitos, não se pode negar o seu pioneirismo no ensino da disciplina entre os brasileiros.

Além desses pioneiros da historiografia das ciências do Brasil, outro grande cientista teve papel preponderante no ensino e pesquisa da disciplina. Reconhecido como o maior físico teórico do Brasil, Mário Schenberg publicou trabalhos nas áreas de termodinâmica, mecânica quântica, mecânica estatística, relatividade geral, astrofísica e matemática. Reconhecido internacionalmente, desde jovem no campo da astrofísica e teoria da relatividade, ele notabilizou-se também como crítico de arte e político militante de esquerda.

O seu apoio carismático à disciplina proporcionou o entusiasmo necessário para alguns jovens físicos se aventurarem nesse território. Em consequência, conseguiu atrair e aglutinar um punhado de jovens entusiastas de aliar a investigação em física e a pesquisa em história da ciência. Entretanto, o destino encarregou-se de alterar um pouco os planos desse pequeno grupo. Os anos finais da década de 1960 foram particularmente conturbados no Brasil. Incapaz de controlar a rebelião estudantil que ameaçava estender-se aos outros segmentos da população, o regime militar brasileiro que até então cortejava a comunicação científica e universitária para utilizá-la na efetivação do seu plano de modernização, resolveu endurecer e reprimi-la para torná-la “mais dócil”.

Assim, cassou os direitos de um grande número de pesquisadores e professores influentes de tendências esquerdistas, os quais na maioria dos casos eram também os mais produtivos e capazes na sua área de atividade científica⁸². Schenberg era um deles. Simultaneamente, o governo acelerou a Reforma Universitária que estava em curso, impondo os seus moldes. Dessa forma, conseguiu calar politicamente a voz das universidades por quase dez anos.

Na Reforma Universitária de 1968, o curso de História das Ciências foi transferido para o Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH-USP). Oficialmente, eram considerados docentes dessa disciplina Junichi Osada, Shozo Motoyama e Maria Amélia Dantes. O professor Carlos Liberalli, da Faculdade de Farmácia, um dos pioneiros entusiastas da disciplina que,

⁸² LENT, Herman. **O massacre de Manguinhos**. Rio de Janeiro: Fiocruz; Rio de Janeiro: Edições Livres, 2019.

no entanto, não teve contato com os outros, pois, infelizmente, veio a falecer pouco tempo depois. Shozo Motoyama⁸³ esclarece que surgiu um dilema inesperado, ser físico ou aderir ao ofício de historiador.

Osada preferiu voltar para o Departamento de Física, então transformado em Instituto pela Reforma. Os professores Maria Amélia Dantes e Shozo Motoyama resolveram aceitar o desafio de se profissionalizar como historiadores da ciência. Em torno deles, gravitavam mais de uma dezena de jovens físicos motivados para levar adiante a institucionalização.

O apoio dado pelo então Diretor da FFLCH-USP, Eurípedes Simões de Paula, que era historiador, foi decisivo para a consolidação desse pequeno grupo. Os frutos iniciais desse apoio foram os primeiros doutoramentos do Brasil em História das Ciências. Em 1971, Motoyama defendia a Tese intitulada *Galileo Galilei: um estudo sobre a lógica do desenvolvimento*⁸⁴ que versa sobre a dialética científica de Ferdinand Gonseth (1890-1975) e Gaston Bachelard (1884-1962) e a teoria de três estágios de Mituo Taketani (1911-2000). Por sua vez, Maria Amélia Dantes, movida por uma perspectiva não ortodoxa, apresentava sua Tese intitulada *Sobre a medicina de Paracelso*⁸⁵, onde faz um esboço biográfico de Paracelso, apresenta sua obra, além de expor um panorama da medicina da antiguidade clássica à Renascença e demonstrar a relação da obra do mesmo com o aparecimento da Iatroquímica, alquimia medicinal, destacando a importância desta para o posterior desenvolvimento da química.

No ano de 1973, o grupo ficou ainda mais intelectualmente robusto com a entrada do grande químico Simão Mathias. Um dos pioneiros da pesquisa química na USP, Mathias era discípulo de Heinrich Rheinboldt (1891-1955)⁸⁶ e herdou do mestre o gosto pela história da ciência que coincidia com as suas características de cientista e de um gestor universitário de visão ampla. Antes mesmo do seu ingresso no Departamento de História, ele já tinha escrito um artigo discutindo as relações da disciplina com a educação científica.

⁸³ MOTOYAMA, S. **História da Ciência no Brasil. Apontamentos para uma Análise Crítica.** *Op.cit.* p. 183.

⁸⁴ MOTOYAMA, Shozo. **Galileo Galilei: um estudo sobre a lógica do desenvolvimento científico.** São Paulo, Tese de doutorado: Departamento de História (USP), 1971.

⁸⁵ DANTES, Maria Amélia Mascarenhas. **Sobre a medicina de Paracelso.** São Paulo, Tese de doutorado: Departamento de História (USP), 1972.

⁸⁶ Heinrich Rheinboldt foi um químico e professor universitário alemão, naturalizado brasileiro. Foi fundamental para a modernização do ensino de química e para a fundação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo.

Um dos maiores problemas que o grupo enfrentou foi a escolha dos possíveis caminhos historiográficos, além da escolha do objeto da pesquisa. Era preciso uma atualização metodológica para que não fosse adotada uma perspectiva metodológica ultrapassada.

Os temas de pesquisa passavam por autores da linha francesa como Gaston Bachelard, Ferdinand Gonseth, Georges Canguilhem e René Taton, a corrente da dialética materialista como John Desmond Bernal, Mituo Taketani e Benjamin Farrington, além de Thomas Khun e Paul Feyerabend. Contudo, nunca houve nesse grupo constrangimento para que se adotasse uma única linha metodológica, havendo um verdadeiro pluralismo democrático⁸⁷. Maria Amélia Dantes tem como foco de pesquisa o aspecto institucional da história da ciência, indo buscar o tipo de abordagem nos ensinamentos da história em geral. Shozo Motoyama concentrou seus estudos em aspectos epistemológicos e historiográficos da história da ciência.

A atuação de Simão Mathias foi decisiva para que a história das ciências no Brasil fosse escolhida como um dos temas principais do núcleo. Ao mesmo tempo que mostrava a necessidade de focar tal tema, apresentava argumentos convenientes da facilidade documental e informativa dos assuntos brasileiros em contraposição a dificuldade de se conseguir fontes inéditas e mesmo conhecidas da história da ciência dos centros hegemônicos. Isso não significava desinteresse de sua parte em relação a história internacional das ciências. Apaixonado pelo desenvolvimento histórico da química, Mathias demonstrava interesses que iam da alquimia à química moderna.

No contexto da procura de caminhos da investigação histórica das ciências, um importante nome é o de José Reis. Reis nasceu na cidade do Rio de Janeiro, em 1907. Fez sua formação no Colégio Pedro II (1920-1924), na Faculdade Nacional de Medicina (1925-1930) e no Instituto Oswaldo Cruz (1928-1929). Estudou Virologia no *Rockefeller Institute* de Nova Iorque.

Sua carreira científica desenvolveu-se no Instituto Biológico de São Paulo, no qual foi diretor, nos campos da Microbiologia e da Ornitopatologia. Foi professor catedrático da USP e da Universidade Mackenzie. Exerceu o cargo de Diretor Geral do Departamento do Serviço Público, foi co-fundador e presidente de honra da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, cuja revista (*Ciência e Cultura*) dirigiu. Presidente da Academia de Ciências do Estado de São Paulo e da Fundação

⁸⁷ MOTOYAMA, S. **História da Ciência no Brasil. Apontamentos para uma Análise Crítica.** *Op.cit.* p.183.

Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino das Ciências. Redator Científico da Folha de São Paulo, atividade pela qual recebeu, o prêmio internacional Kalinga, conferido pela UNESCO. Membro da Academia Brasileira de Literatura Infanto-Juvenil.

José Reis era biólogo e por vocação se transformou num incansável divulgador da ciência, sempre demonstrando um interesse grande pela disciplina histórica. Desse modo, ele estava atualizando com as diversas tendências historiográficas. Sua luta pela implantação desse domínio do conhecimento no Brasil já vinha a muito tempo, pregando a sua utilidade, seja como recurso educacional, seja como meio de conhecer a realidade histórico-científica no solo brasileiro. Estimulou constantemente os jovens interessados no assunto, chegando a fornecer bibliografia e orientação geral. Além de exercer a direção da revista *Ciência e Cultura*, escreveu artigos importantes e estimulou a publicação de trabalhos de cunho histórico e filosófico sobre a ciência. Deve-se muito ao seu trabalho a consciência da importância de investigações sobre a história das ciências no Brasil. Reis morreu em 2002.

Como resultado desse clima, começaram a aparecer obras metodologicamente mais cuidadosas e atualizadas. Em 1977, Lycurgo C. Santos Filho publica *História Geral da Medicina Brasileira*⁸⁸ com enfoque historiográfico mais moderno. Embora um pouco anterior, não se deve esquecer a obra de Alfredo Marques de Oliveira, *CBPF, 21 anos de Trabalhos Científicos*⁸⁹. Essa preocupação metodológica transparece na tese de livre-docência de Shozo Motoyama de 1976, intitulada *O método na formação da mecânica clássica: um estudo sobre a lógica do desenvolvimento científico nos séculos XVI e XVII*.

Pierre Lucie utiliza os resultados mais recentes de História das Ciências para o ensino da Física e Engenharia no livro *A Gênese do Método Científico*⁹⁰. Por sua vez, Ricardo de Carvalho Ferreira privilegia as coordenadas econômicas no seu trabalho *As Origens da Atividades Científicas no Brasil*⁹¹ de 1978, uma abordagem incomum no Brasil. É importante salientar que nesses trabalhos, a História das Ciências não é

⁸⁸ SANTOS FILHO, Lycurgo de Castro. **História geral da medicina brasileira**. São Paulo: Hucitec; Ed, Universidade de São Paulo, 1977.

⁸⁹ MARQUES, A. **CBPF: 21 anos de trabalhos científicos**. *Ciência e Sociedade*, 2(1), 1973.

⁹⁰ LUCIE, Pierre. **A gênese do método científico**. 2. ed. Rio de Janeiro : Campus, 1978.

⁹¹ FERREIRA, R. C. *As Origens da Atividade Científica no Brasil*. *Ciência e Cultura (SBPC)*, v. 30, p. 1301, 1978.

mais encarada como passatempo ou erudição, porém, como algo inerente a cultura científica.

Apesar de serem em geral cientistas de outras áreas, com pouco tempo para investigação histórica, esses autores esforçaram-se em apurar suas técnicas e métodos historiográficos para atingirem os seus objetivos em dar uma dimensão maior à ciência.

De qualquer modo, a institucionalização estava iniciada. No Instituto de Biociências da USP, sob a liderança de Antonio Brito da Cunha, um geneticista conhecido internacionalmente, era criado o curso de História e Filosofia da Ciência, enquanto no Instituto de Química, também da USP, instituía-se o curso de História da Química, inspirado por Simão Mathias. Todos esses cursos ficaram sob a responsabilidade do grupo já referido do Departamento de História.

Outras universidades, igualmente começaram a se preocupar com a matéria. Assim surgiram cursos na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), na Fundação Getúlio Vargas (FGV), na Pontifícia Universidade Católica (PUC), na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e em outras instituições⁹².

Em 1977, foi criado o Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência (CLE) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), idealizado e implantado pelo Prof. Oswaldo Porchat Pereira. Além de lógicos e filosóficos, tem integrado o CLE, desde o início, cientistas sociais, matemáticos, físicos, biólogos, historiadores, entre outros⁹³. O CLE tem por objetivo:

- Promover pesquisas interdisciplinares;
- Promover publicações;
- Organizar seminários, colóquios e conferências;
- Incentivar e colaborar na criação e funcionamento de cursos de pós-graduação de natureza interdisciplinar;
- Promover o intercâmbio com outras Universidades do país e do exterior.⁹⁴

A área de conhecimento que teve mais dificuldades de desenvolver-se no CLE foi a História da Ciência, pois havia falta de pesquisadores experientes e recursos bibliográficos adequados. Esta deficiência foi sendo superada com a realização anual do colóquio de História da Ciência, que teve início em 1985 e em 1987 foi defendida

⁹² MOTOYAMA, S. História da Ciência no Brasil. Apontamentos para uma Análise Crítica. Op.cit.p.185.

⁹³ MORELLI, E. Centro de lógica, epistemologia e história da ciência. *Ágora*, n. 3, p. 78-79, 1988. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/12156>>. Acesso em: 08 jan. 2020.

⁹⁴ <https://www.cle.unicamp.br/index.php/>

a primeira dissertação de mestrado sobre um tema histórico e por outro lado, a criação da Biblioteca e Arquivo de Documentação em História da Ciência (BADHC), possibilitou suprir a carência nacional de informações e recursos bibliográficos para pesquisas e estudos de nível internacional em História da Ciência.

Dentro desse contexto deve ser mencionado o Simpósio sobre a História dos Métodos Matemáticos (1979) realizado graças ao empenho de Ubiratan D'Ambrósio⁹⁵ e que contou com a presença de diversos especialistas de renome internacional. Essa disseminação de cursos e eventos de história das ciências, traduziu-se igualmente num certo avanço na própria investigação do campo, atestado pelo aumento do número de comunicações apresentadas nas reuniões anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

Ainda na década de 1970, a área de História das Ciências recebeu um estímulo inesperado do aparelho governamental responsável pela administração e planejamento em C&T. Interessado em ingressar rapidamente no rol dos países desenvolvidos, o governo brasileiro desejava implementar a C&T como instrumento do processo econômico. Dessa forma, a política de C&T começou a receber atenções crescentes.

O I Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (IPBDCT), já era previsto no Programa Estratégico de Desenvolvimento (PED), onde foi criado o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), publicado em julho de 1973 - quando já havia sido criado o Ministério do Planejamento - para coordenar a execução da política científica e tecnológica destinada a fazer atuar orgânica e coordenadamente todo o sistema nacional de ciência e tecnologia.

O II Programa Estratégico de Desenvolvimento (PND), vigorando no período 1975/1979, mantém os objetivos de crescimento econômico acelerado, tendo, entretanto, uma preocupação maior com o controle econômico priorizando as medidas que contivessem o crescimento da inflação, consequência do primeiro choque de preços do petróleo⁹⁶. Como resultado, o II PBDCT promove a modernização tecnológica em quase todos os ramos de atividades, no intuito de reduzir a importação

⁹⁵ Ubiratan D'Ambrosio é um matemático e professor universitário brasileiro. Doutor em matemática, um teórico da educação matemática e um dos pioneiros no estudo da etnomatemática.

⁹⁶ O Primeiro Plano Nacional de Desenvolvimento/IPND (período 72-74) foi um plano econômico brasileiro instituído no período da ditadura militar, em 1964, pelo general Emílio Garrastazú Médici.

de tecnologia. Para tal, estimula a inovação na empresa nacional, procura estabelecer vínculos entre a empresa e o sistema de pesquisas.

Sob a inspiração de José Pelúcio Ferreira, foi formado o Grupo de Estudos sobre o Desenvolvimento da Ciência na Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), uma das mais importantes instituições de financiamento de pesquisa no Brasil. Sob a coordenação de Simon Schwartzmann, essa equipe atuou intensamente para realizar estudos históricos. Privilegiando os estudos de história oral, obteve depoimentos preciosos dos melhores cientistas brasileiros, preservando informações importantes. São entrevistas longas, minuciosas, detentores de uma riqueza variada de dados históricos.

Como fruto desse trabalho surgiu o livro *Formação da Comunidade Científica no Brasil (1979)*⁹⁷ sob uma perspectiva mertoniana. Trata-se da síntese mais abrangente da história das ciências exatas e naturais no Brasil, do período colonial aos anos 1970. Outro trabalho encomendado pelo grupo da FINEP é *A Escola de Minas de Ouro Preto*⁹⁸ (1978), de José Murilo de Carvalho.

Trata-se de uma monografia bem apresentada, original, contendo detalhes e dados. Nela se analisa a história da Escola, sua criação, influência no desenvolvimento científico e tecnológico, a trajetória pessoal e o papel social dos seus alunos, em particular para a política mineral do Brasil. A obra tenta através do estudo histórico compreender o significado da Escola, o seu papel social no contexto histórico, político e econômico, muito além dos meros acidentes de uma conjuntura passageira. Nesse aspecto, o trabalho de Carvalho paga o investimento feito pela FINEP, pois fornece valiosos subsídios para o Programa de Ciência e Tecnologia. Contudo, esses resultados parecem não ter impressionado muitos políticos. Com a mudança na direção da FINEP, o Grupo de Estudos sobre o Desenvolvimento da Ciência foi desativado.

Em 1979, o grupo de história da ciência do Departamento de História da USP tornou-se o Núcleo de História e Tecnologia da USP recebendo pesquisadores internacionais como os físicos Marcello Cini e Mituo Taketani, além do filósofo Jaime Labastida, todos com obras reconhecidas no domínio da história das ciências. Esse

⁹⁷ SCHWARTZMANN, Simon. **Formação da comunidade científica no Brasil**. Rio de Janeiro: FINEP; São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

⁹⁸ CARVALHO, José Murilo de. **A Escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória**. São Paulo: Nacional ; [Rio de Janeiro] : Finep, 1978.

elenco de convidados, mostra o perfil do interesse desse grupo, caracterizando o seu não alinhamento com as teses acadêmicas vigentes nos países centrais.

Além do pessoal diretamente do Departamento de História (Simon Mathias, Maria Amélia Dantes e Shozo Motoyama), atendendo sua vocação interdisciplinar, o Núcleo engajou para a tarefa de pesquisa em história das ciências outros intelectuais como Milton Vargas (Escola Politécnica da USP), Ubiratan D'Ambrósio (Instituto de Matemática e Estatística da UNICAMP), José Ribeiro do Valle (Escola Paulista de Medicina), Oswaldo Fidalgo (Instituto de Botânica da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo), Júlio Katinski (Faculdade de Arquitetura da USP), Walter Cardoso (Instituto de História da UNESP), entre outros.

Como resultado da ação do Núcleo, ao lado da formação de jovens valores, nos cursos de mestrado e doutorado, pode-se citar a realização de 2 projetos grandes de investigação denominados “História Social da Ciência no Brasil” e “Modelos Desenvolvimento Científico”. O primeiro foi concebido como uma espécie de continuação e aprofundamento do projeto que resultou na publicação dos três volumes de “História das Ciências no Brasil”⁹⁹, citado anteriormente.

Coordenado por Shozo Motoyama e Mário Guimarães Ferri, o livro escrito nos moldes daqueles de Fernando de Azevedo, objetivou atualizar as informações e dados disponíveis em história das ciências no Brasil. Seus autores eram na maioria cientistas atuantes falando de sua própria área de atuação, sendo poucos os historiadores profissionais envolvidos. Seu estilo é mais descritivo do que analítico, estando centrado na produção científica sem questionar muito as condições sociais, econômicas ou políticas do período. Apesar das limitações é uma obra importante na historiografia brasileira de história das ciências do fim da década de 1970.

Retomando a discussão sobre os últimos anos da historiografia brasileira da História das Ciências percebemos a ascensão da vertente identificada com a história das instituições científicas no Brasil. Essa vertente se caracteriza pela abordagem hermenêutica, na qual postula que a atividade científica é uma das vias para a compreensão das relações sociais e culturais.

⁹⁹ MOTOYAMA, Shozo e FERRI, Mário (orgs.), **História das Ciências no Brasil**, 3 vols. São Paulo: Edusp, 1979-1980 op. cit.

Segundo Vergara¹⁰⁰, nos últimos anos a historiografia brasileira da ciência, sintonizada com a profunda reorientação teórico-metodológica experimentada após os anos de 1970, começou a ver as instituições científicas como agentes da implantação de práticas e conhecimentos científicos, sobretudo no que diz respeito à análise da influência de fatores extra científicos no processo de produção de conhecimentos¹⁰¹, tais como em *Gênese e Evolução da Ciência Brasileira*, de Nancy Stepan¹⁰², sobre o Instituto de Manguinhos; e a *Escola de Minas de Ouro Preto*, de José Murilo de Carvalho¹⁰³.

De acordo com Sílvia Figueirôa, estes livros apontavam para uma proposta metodológica de estudo das instituições científicas que rompia com uma dimensão comemorativa e elogiosa da história das instituições científicas presente até então no Brasil¹⁰⁴.

Os anos 1980 trouxeram novas orientações para a historiografia da ciência, que conduziram ao que podemos chamar de história institucional da ciência no Brasil. Naquele momento ganhou força no meio acadêmico brasileiro uma outra definição do que seja ciência, formulada por historiadores sociais da ciência, como Dominique Pestre¹⁰⁵, que entendiam a ciência como “prática social contextualizada que se universaliza em seu processo de transformações e adaptações, fortalecendo os estudos de diferentes contextos sociais”.

Em linhas gerais, o que caracteriza esta recente historiografia da ciência no Brasil seria, primeiramente, a valorização da atividade científica na Colônia, em contraposição à corrente interpretativa que vê nas universidades o início do processo de profissionalização da atividade científica¹⁰⁶.

¹⁰⁰ VERGARA, Moema de Rezende. **Ciência e modernidade no Brasil: a constituição de duas vertentes historiográficas da ciência no século XX**. Revista da SBHC, v. 2, n. 1, p. 22-31, jan./jun. 2004.

¹⁰¹ HAHN, R. The anatomy of a scientific institution the Paris Academy of Science, 1666-1803. Berkeley: University of California Press, 1971 *apud* DANTES, M. A. Introdução. In: *Op. cit.*, 2001. p.14.

¹⁰² STEPAN, Nancy. **Gênese e evolução da ciência brasileira. Oswaldo Cruz e a política de investigação científica e médica**. Rio de Janeiro: Artenova, 1976. *Op cit.*

¹⁰³ CARVALHO, José Murilo de. **A Escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória**. Rio de Janeiro: FINEP, 1978.

¹⁰⁴ FIGUEIRÔA, Sílvia F. M. **Instituições científicas e formas de institucionalização do saber: uma contribuição a partir da ótica da História das Ciências**. Terra Brasilis, n.2, p. 117-125, jul. / dez. 2000.

¹⁰⁵ PESTRE, Dominique. **Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens**. Cadernos IG/ UNICAMP, v. 6, n.1, p. 3-57, 1996.

¹⁰⁶ VERGARA, Moema de Rezende. **Ciência e modernidade no Brasil: a constituição de duas vertentes historiográficas da ciência no século XX**. Revista da SBHC, v. 2, n. 1, p. 22-31, jan./jun. 2004. *Op cit.*

Em artigo de 2015, Maria Amélia Dantes¹⁰⁷ nos ensina que também a partir da década de 1980, cresceram de forma significativa, no Brasil, tanto os espaços dedicados à História das Ciências como a formação de historiadores das ciências. Em geral, os novos pesquisadores se formavam em cursos de pós-graduação de História ou de História das Ciências nacionais ou no exterior. Foi pelo trabalho dessa nova geração de pesquisadores que a área de História das Ciências no Brasil cresceu de forma consistente nas décadas seguintes, passando a ser a de maior desenvolvimento na historiografia brasileira.

Com a atuação dos novos programas de pós-graduação, as pesquisas em História das Ciências no Brasil cresceram significativamente, focalizando variados temas e períodos da história do país: produção e difusão científica; atuação de cientistas e instituições; políticas para a ciência e a tecnologia, entre outros temas. Analisando a produção da área nos anos 1980 e 1990, podemos dizer que estes novos estudos, seguindo os parâmetros dos Estudos Sociais da Ciência, passaram a desenvolver análises contextualizadas das práticas científicas implantadas no país. Também se caracterizaram pelo levantamento de um conjunto diversificado de fontes primárias: textos científicos, manuscritos e impressos; documentos de arquivos institucionais; relatórios e discursos governamentais; legislação, entre outros. Com este trabalho, acabaram revelando uma documentação que se mantinha inédita nos arquivos brasileiros.

Esse desenvolvimento foi largamente continuado, na virada dos séculos XX e XXI, inclusive, por pesquisas relacionadas aos museus científicos, aqui destacamos as pesquisas de Maria Margaret Lopes, em investigação minuciosa sobre os museus em sua obra “O Brasil descobre a Pesquisa Científica: os museus e as ciências naturais do século XIX”¹⁰⁸. A obra disserta sobre a criação do e desenvolvimento do Museu Nacional, do Museu Paraense Emílio Goeldi, do Museu Paulista, do Museu Paranaense e do Museu Botânico do Amazonas.

A obra registra a evolução metodológica da História das Ciências com a inserção da História Social na contextualização da produção do conhecimento no Brasil.

¹⁰⁷ DANTES, M. A. M.. Recordações sobre o processo de constituição da história das ciências no Brasil. **Revista Maracanan**, v. 13, p. 158-163, 2015.

¹⁰⁸ LOPES, M. M. **O Brasil descobre a Pesquisa Científica: os museus e as ciências naturais do século XIX**. São Paulo: Ed. HUCITEC, 1997;

A pesquisadora desenvolve investigações sobre História dos Museus de Ciências e Tecnologias no Brasil e na América Latina; História das Ciências e Tecnologias no Brasil e na América Latina, Gênero na História das Ciências e Tecnologias.

A produção em História das Ciências no Brasil tem trazido, assim, uma contribuição relevante para a história brasileira, chamando a atenção para a presença e o papel desempenhado pelas instituições e atividades científicas e técnicas no país.

3 ESTUDOS MÉTRICOS DA INFORMAÇÃO

A ciência é essencial para qualquer estratégia de desenvolvimento global sustentável e partindo desse princípio torna-se deveras importante as operações de coleta, sistematização e avaliação de informações.

De acordo com Mugnaini; Carvalho; Campanatti-Ostiz¹⁰⁹ “para se entender a evolução da ciência, como forma de expressão do conhecimento humano produzido são utilizadas técnicas de medição”, aplicadas em estudos métricos que são realizados para a composição ou fortalecimento de indicadores que possibilitam traçar um perfil do mundo científico em âmbito nacional e internacional.

Lima¹¹⁰ nos mostra que o desenvolvimento científico e tecnológico intensificou o uso de métodos matemáticos, em processos acelerados pelo uso de computadores e se constituindo em importante desenvolvimento na História das Ciências.

Oliveira; Grácio¹¹¹ definem Estudos Métricos de Informação (EMI) como a disciplina que engloba as pesquisas relacionadas à análise e avaliação da informação, em especial científica, nos diferentes suportes. Fundamentam-se em conceitos, teorias e procedimentos da Ciência da Informação, da Sociologia da Ciência, da Matemática, da Estatística e da Computação e utilizam procedimentos quantitativos

¹⁰⁹ MUGNAINI, Rogério; CARVALHO, Telma; CAMPANATTI-OSTIZ, Heliane. Indicadores de produção científica: uma discussão conceitual. In: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da. **Comunicação & produção científica**: contexto, indicadores e avaliação. São Paulo: Angellara, 2006. p.313-340.

¹¹⁰ LIMA, Regina Célia Montenegro de. Bibliometria: análise quantitativa da literatura como instrumento de administração em sistemas de informação. Ci. Inf., Brasília, v. 15, n. 2, p.127-133, jul./dez. 1986.

¹¹¹ OLIVEIRA, Ely Francina Tannuri de; GRACIO, Maria Cláudia Cabrini. Indicadores bibliométricos em ciência da informação: análise dos pesquisadores mais produtivos no tema estudos métricos na base Scopus. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [S.l.], v. 16, n. 4, p. 16-28, out. 2011. ISSN 19815344. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/1299>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

como método de análise. São estudos de natureza teórico-conceitual, quando contribuem para o seu próprio avanço do conhecimento, propondo novos conceitos e indicadores ou apresentando reflexões e debates relativos aos seus fundamentos, teorias, métodos e aos indicadores e procedimentos já existentes. São de natureza metodológica, quando se propõem a dar sustentação aos estudos metateóricos da área, disciplina, temática ou domínio onde estão aplicados.

Segundo Noronha e Maricato¹¹² quaisquer que sejam os métodos empregados nos EMI, há de se considerar um conjunto de variáveis componentes do processo das atividades científicas, que podem e devem ser medidas para que as investigações realizadas atinjam resultados positivos.

Para Gomes¹¹³, os estudos métricos da ciência retratam tanto a avaliação dos insumos como, e principalmente, a produção gerada pela comunidade científica de determinada área, nos diferentes formatos de divulgação. Por esses trabalhos podem-se identificar os indicadores das tendências de pesquisas além de os mesmos “apontarem fragilidades teóricas e metodológicas dessa produção, contribuindo, assim, para ultrapassá-las”.

Atualmente, se aproximam e interceptam pelas metrias os estudos nomeados como Bibliometria, Cientometria Cibermetria ou Webometria, Informetria, Patentometria e Altmetria, se diferenciando quanto aos objetos de estudo, como também quanto aos objetivos. Todos estes estudos métricos têm sido objeto de várias definições com o objetivo de caracterizar suas naturezas, sendo a Bibliometria a mais tradicional e a que tem recebido maior atenção¹¹⁴.

3.1 BIBLIOMETRIA

O uso de métodos estatísticos e matemáticos para mapear informações, a partir de registros bibliográficos de documentos (livros, periódicos, artigos) não

¹¹² NORONHA, Dayse Pires; MARICATO, João de Melo. Estudos Métricos da Informação: primeiras aproximações. Enc. Bibli. **Rev. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.**, Florianópolis, n. esp., 2008.

¹¹³ GOMES, Maria Yêda Falcão Soares de Figueiras. Tendências atuais da produção científica em Biblioteconomia e Ciência da Informação no Brasil. **DataGramZero: Revista de Ciência da Informação**, v.7, n.3, jun. 2006. Disponível em: www.dgz.org.br. Acesso em: 07/08/2020.

¹¹⁴ GRÁCIO, Maria Claudia Cabrini. **Análises relacionais de citação para a identificação de domínios científicos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2020.

constitui fato novo¹¹⁵. Jourmana Boustany¹¹⁶ faz referência a um autor desconhecido, citado no Manuel du Bibliophile ou, traité du choix des livres, editado em 1823, de autoria de Gabriel Peignol, que pesquisou a produção universal de livros no período compreendido entre a metade do século XV e o início do século XIV.

Em 1917, F.J. Cole e N.B. Eales publicaram o primeiro estudo considerado como cumpridor das condições bibliométricas. Os autores tiveram como objetivo principal contar o número de artigos publicados na área de Anatomia Comparada, no período de 1543 a 1860, por países, e determinar seus autores e/ou grupos de animais estudados. Naquele momento, este trabalho de Cole e Eales foi chamado de análise estatística.

Grácio¹¹⁷ cita Narin¹¹⁸ para destacar que o estudo de Cole e Eales foi o primeiro a ser desenvolvido dentro do contexto da bibliometria avaliativa, em decorrência de sua motivação central: medir o desempenho dos países em um tema.

Edward W. Hulme publica em 1923, a obra *International Catalogue of Scientific Literature*, em que denomina seu método de estudo de Bibliografia. Realizou uma análise estatística da história da ciência e da tecnologia¹¹⁹, no período de 1901 a 1913, com o objetivo de identificar os autores mais produtivos, seus temas de investigação e os países onde se encontravam estes autores, a fim de identificar a relação entre a atividade científica e as atividades econômica, política e social dos países.

A designação “*Bibliometrics*” nasceu mais precisamente em 1969, cunhada por Alan Pritchard¹²⁰. O autor definiu Bibliometria da seguinte forma:

A bibliometria é a aplicação de métodos matemáticos e estatístico para livros e outros meios de comunicação, aconselhando sua utilização em todos os estudos que buscassem quantificar o processo de comunicação escrita.

¹¹⁵ SANTOS, R. N. M.; KOBASHI, Nair Yumiko. **Bibliometria, Cientometria, Infometria: Conceitos e Aplicações. Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, 2009.

¹¹⁶ BOUSTANY, Jourmana. **La production des imprimés non-périodiques au Liban de 1733 à 1920: étude bibliométrique**. 1997. Tese (Doutorado em *Sciences de l'Information et de la Communication*) – Université Michel de Montaigne – Bordeaux III, Bordeaux. 1997.

¹¹⁷ *Op.cit.*

¹¹⁸ NARIN, F. **Evaluative Bibliometrics: the use of publications and citation analysis in the evaluation of scientific activity**. Cherry Hill: Computer Horizons, 1976. E-book.

¹¹⁹ EGGHE, L.; ROUSSEAU, R. *Introduction to informetrics: quantitative methods in library, documentation and Information Science*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990.

¹²⁰ PRITCHARD, A. *Statistical bibliography or bibliometrics*. *Journal of Documentation*, v. 25, n. 4, p. 348-349, 1969.

Alguns autores como Edson Nery da Fonseca¹²¹, consideram que foi o advogado e bibliófilo belga, Paul Otlet que teria utilizado pela segunda vez a expressão *statistical bibliography*. Otlet cunhou o termo francês *bibliometrie*, definindo-o como o método científico da Bibliografia que se ocupa com a medição ou quantificação dos livros. A Bibliologia é a disciplina que compreende todos os dados sobre a produção, conservação, circulação e uso das escritas e documentos de todos os tipos.

Para Vanti¹²², Pritchard popularizou o uso da palavra *Bibliometrics* quando sugeriu que esta deveria substituir o termo *statistical bibliography*, que vinha sendo utilizado desde Hulme, em 1923.

Outro autor a se debruçar sobre a Bibliometria foi o matemático indiano Ranganathan. Em 1948, na Conferência da Association for Information Management (ASLIB) em Leamington Spa, Ranganathan sugeria a necessidade de os bibliotecários desenvolverem a “bibliotecometria”, já que as bibliotecas lidavam com grande quantidade de números. Porém, foi somente em 1969, no seminário anual do Documentation Research and Training Centre (DRTC), que ele apresentou um trabalho com alguns exemplos de aplicação da estatística na biblioteconomia. Foi com base neste trabalho de Ranganathan e em pesquisas realizadas no DRTC que Neelameghan (1969) esboçou a aplicabilidade da bibliotecometria, ou bibliometria, como se tornou conhecida.¹²³

Ao discorrer sobre a aparente confusão conceitual, Guedes esclarece que:

[...] distintamente de sua concepção atual, em 1934, o termo “Bibliometrie” foi utilizado por Otlet, em sua obra intitulada “Traité de Documentation”. Entretanto, Paul Otlet referia-se à mensuração física do livro, demonstrando uma preocupação com as características extrínsecas do livro, em contraste com a abordagem de Pritchard (1969), que revela preocupação com as características intrínsecas, isto é, com a informação registrada.

Pinheiro¹²⁴ afirma que a Bibliometria antecede à Ciência da Informação como preocupação com as análises documentais voltadas, no entanto, para a contagem de

¹²¹ FONSECA, E. N. Bibliografia estatística e bibliometria: uma reivindicação de prioridades. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 2, n.1, p. 5-7, 1973.

¹²² VANTI, Nadia Aurora Peres. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**. 2002, vol.31, n.2, pp.369-379.

¹²³ RAVICHANDRA RAO, I. K. **Métodos quantitativos em biblioteconomia e ciência da informação**. Brasília: ABDF, 1986. 272 p.

¹²⁴ PINHEIRO, L. V. R. Lei de Bradford: uma reformulação conceitual, **Ciência da Informação**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 59-80, jul./dez. 1983.

livros. Martyn e Lancaster¹²⁵, ao analisarem as definições de Pritchard, inferem que as técnicas bibliométricas básicas envolvem a contagem de material publicado, qualificado como escrito por Pritchard¹²⁶. Okubo¹²⁷ afirma que as abordagens bibliométricas são baseadas na noção de que a produção de conhecimento é a essência da pesquisa científica e, nesse contexto, a literatura científica é a manifestação constituinte do conhecimento. O autor continua esclarecendo que os dados e indicadores bibliométricos podem servir como ferramentas ao menos para a descrição e expressão de questões que surgem no mundo da Ciência.

Segundo Rostaing¹²⁸ citado por Grácio¹²⁹, os estudos sobre as publicações científicas permitem entender o conhecimento científico e sua estrutura, de acordo com as escolas de pensamento e suas evoluções, a partir da admissão de dois postulados implícitos a todas as pesquisas bibliométricas; a saber:

1º postulado: uma escrita científica é o produto objetivo da atividade de um pensamento. No contexto científico, uma publicação é uma representação da pesquisa do autor. O maior esforço deste autor é persuadir os outros cientistas que suas descobertas, seus métodos e técnicas são pertinentes. Portanto, o modo de comunicação escrita fornecerá todos os elementos técnicos, conceituais, sociais e econômicos que o autor procura afirmar ao longo de toda sua argumentação.

2º postulado: a atividade de publicação científica é uma incessante confrontação entre as reflexões do autor e os conhecimentos que ele adquiriu pela leitura dos trabalhos de outros autores. Por consequência, a publicação torna-se o fruto da comunhão dos pensamentos individuais e coletivos. Assim, para consolidar sua argumentação, os pesquisadores muitas vezes fazem referência aos trabalhos dos outros autores que são objeto de um certo consenso dentro da comunidade científica. Por consequência, há uma relação entre todos os trabalhos científicos publicados, seja esta relação direta ou indireta, reconhecida ou oculta, consciente ou inconsciente, em acordo ou em desacordo.

Para Grácio¹³⁰, o acolhimento desses princípios como intrínsecos a todo processo de construção e socialização do conhecimento científico dá legitimidade aos estudos métricos, sejam seus objetos de estudo a produção bibliográfica ou os elementos constitutivos da atividade científica, como método científico da análise e

125 MARTYN, J.; LANCASTER, F. W. *Investigative methods in library and information science*. Arlington: Information resources Press, 1981.

¹²⁶ *Op.cit.*

¹²⁷ OKUBO, Y. *Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples*. Paris: OECD Publishing, 1997. **Science, Technology and Industry Working Papers**, 1997/01. Disponível em: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(97\)41&docLanguage=Em](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(97)41&docLanguage=Em) Acesso em: 27/03/2020.

¹²⁸ ROSTAING, H. *La bibliométrie et ses techniques*. Toulouse: Sciences de la Société, 1996. 131p.

¹²⁹ *Op.cit.*

¹³⁰ *Op.cit.*

avaliação dos atores componentes de um domínio científico, em nível micro, meso ou macro.

3.2 CIENTOMETRIA

Termo surgido na antiga URSS e Europa oriental e cunhado por V.V. Nalimov e B.M. Mulchenko, a Cientometria enfatiza a mensuração de um tipo específico de informação sobre a qual certo tipo de julgamento de valor, relativo ao status científico, já foi auferido por pesquisadores gabaritos. Num sentido mais amplo, a Cientometria engloba todos os aspectos e modelos quantitativos relacionados à produção de disseminação do conhecimento científico e tecnológico, além de abordar a avaliação comparativa de cientistas, grupos, instituições e países para o avanço do conhecimento. Derek Solla Price¹³¹ define Cientometria como a ciência da Ciência e Van Raan¹³² a define como a aplicação de métodos quantitativos para descrever a história da ciência e do progresso científico.

A Cientometria compreende, assim, o conjunto de estudos que investigam os diferentes aspectos quantitativos da atividade científica, entre eles, a publicação de resultados, enquanto disciplina ou atividade econômica, subsidiando as decisões político-científicas e sobrepondo-se, em certa medida, à Bibliometria¹³³. Tem por finalidade, avaliar quantitativamente a dinâmica e crescimento da ciência, como atividade social, e os fatores responsáveis por sua evolução^{134 135}. Pode ser considerada como um método da Sociologia da Ciência e deve, assim, ser sensível ao contexto conceitual, social, econômico e histórico da sociedade em que atividade científica é pensada¹³⁶.

¹³¹ PRICE, D. J. S. **A Ciência desde a Babilônia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1976. Tradução de Leonidas Hegenberg e Octany S. da Mota.

¹³² VAN RAAN, A. F. J. *Measuring Science: capita selecta of current main issues* In: MOED, H. F.; GLÄNZEL, W.; SCHMOCH, U. (ed.). **Handbook of quantitative science and technology research: the use of publication and patent statistics in studies of S&T systems**. Nova York: Kluwer Academic Publishers, 2004.

¹³³ TAGUE-SUTCLIFFE, J. *An introduction to informetrics*. **Information Processing & Management**, v. 28, n. 1, p. 1-3, 1992.

¹³⁴ SENGUPTA, I. N. **Bibliometrics, informetrics, scientometrics and librametrics: an overview**. **Libri**, v. 42, n. 2, p. 75-98, 1992

¹³⁵ SANTOS, R. N. M.; KOBASHI, N. Y. Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v. 2, n. 1, p. 155-172, 2009.

¹³⁶ SPINAK, E. Indicadores cientométricos. **Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, p. 141-148, 1998.

No caso dos métodos cienciométricos, há uma grande variedade de aplicações, tais como o uso do número de publicações e citações para auxiliar na avaliação do desempenho científico de pesquisadores, grupos e centros de pesquisa; na tomada de decisões quanto à distribuição de recursos financeiros por parte de organizações governamentais e internacionais, fundações e instituições de fomento a determinadas áreas do conhecimento – como a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), a Unesco ou a National Science Foundation, dos EUA, para citar apenas alguns exemplos – e, também, no estudo do desempenho comparativo entre as nações¹³⁷.

Para Callon *et al*¹³⁸, citados por Vanti¹³⁹, a ciencimetria se aplica, principalmente, ao tratamento e gerenciamento das informações formais provenientes de bases de dados científicas ou técnicas. Inclusive, segundo estes autores, as empresas utilizariam os métodos cienciométricos para conseguir determinar qual a estratégia tecnológica seguida por seus competidores. As empresas, desta forma, podem analisar as patentes, por exemplo, identificando os principais temas de investigação e atores significativos em um campo científico de seu interesse. Podem, igualmente, detectar as especialidades científicas que servem de base para suas tecnologias-chave. Além disso, documentos tais como teses também começam a ser objeto de análises cienciométricas por parte das empresas, com o objetivo específico de determinar quais os assuntos, temáticas e caminhos que estão sendo explorados em um determinado momento no ambiente acadêmico, constituindo-se em uma boa fonte de informação para aqueles que desejam descobrir os desenvolvimentos mais recentes.

É importante ressaltar, portanto, a crescente interação entre ciência e tecnologia como sendo um dos espaços mais fecundos para a pesquisa cienciométrica. O mapeamento da interface entre a ciência e a tecnologia, como aponta Van Raan¹⁴⁰, torna-se um dos setores mais ricos para o desenvolvimento e utilização dos métodos cienciométricos. Para Vanti¹⁴¹, as técnicas relativas às análises de cocitação e co-ocorrência de palavras, por exemplo, são usadas para

¹³⁷ SPINAK, E. **Diccionario enciclopédico de bibliometría, ciencimetria e informetría**. Montevideo, 1996.

¹³⁸ CALLON, M.; COURTIAL, J. P.; PENAN, H. **Ciencimetria: la medición de la actividad científica - de la bibliometria a la vigilancia tecnológica**. Gijón : Trea, 1995. 110 p.

¹³⁹ *Op.cit.*

¹⁴⁰ VAN RAAN, A. F. J. **Scientometrics: state-of-art. *Scientometrics***, v. 38, n. 1, p. 205-218, 1997.

¹⁴¹ VANTI, 2002. *Op.cit.*

traçar um perfil dos campos científicos (por meio de dados sobre publicação) e tecnológicos (por meio de dados sobre patentes), possibilitando uma cartografia da ciência e da tecnologia que inclua as fronteiras de cada disciplina, a posição dos principais atores dentro do mapa e as representações específicas de cada um dos ramos do conhecimento.

3.3 INFORMETRIA

Cunhado em 1979 pelo médico alemão Otto Nacke, o termo Informetria abrange os estudos que utilizam os métodos quantitativos para descrever e analisar aspectos da informação, sob qualquer forma, não apenas registros bibliográficos, e em qualquer grupo social, não apenas de cientistas, incorporando, assim, muitos estudos métricos informacionais que se encontram fora dos limites da Bibliometria e Cientometria.¹⁴²

Para Egghe e Rousseau¹⁴³, a Informetria é a “teoria da informação sobre informação”, desenvolvida cientificamente com a ajuda de ferramentas matemáticas e estatísticas, ou seja, é a metainformação tratada quantitativamente. Para esses autores, a Informetria incorpora teorias, modelos e técnicas da Matemática, Estatística, Física, Ciência da Computação e usa ou faz analogia a outras metrias, como o sociometria, econometria, biometria, entre outras, e subsidia o desenvolvimento dos estudos de gestão de bibliotecas, da sociologia da ciência, da história da ciência, de política científica e da recuperação da informação.

Os indicadores informétricos oferecem novas possibilidades para quem deseje explorar as bases de dados como um instrumento de análise. Podem ser aplicados para avaliar o desempenho de pesquisas, analisando não somente a recuperação da informação, mas também os resultados das buscas e a sua combinação com outras informações, a fim de melhorar a própria recuperação e a eficiência no acesso à informação e ainda economizar tempo no processo de busca.

Com o conhecimento das propriedades quantitativas da informação contida nos sistemas, da distribuição dos termos usados nas buscas e da frequência de ocorrência dos termos em uma base de dados, é possível estabelecer correlações probabilísticas entre frequência de uso e de ocorrência dos termos que permitam melhorar

¹⁴² TAGUE-SUTCLIFFE, 1992, *Op.cit.*

¹⁴³ EGGHE, L.; ROUSSEAU, R. ***Introduction to informetrics: quantitative methods in library, documentation and Information Science***. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990.

sensivelmente o desempenho do sistema de recuperação. O sistema poderá, assim, seguir aquele modelo de recuperação da informação que mais se adapte às necessidades do usuário, contemplando, também, as possibilidades de espaço dos equipamentos, os recursos com que conte a unidade de informação e as facilidades de atualização que cada modelo ofereça.^{144,145,146}

3.4 WEBOMETRIA

Do universo digital surge a webometria e suas irmãs netometria e cibermetria que significam a extensão de métodos e conceitos informétricos para a Web World Web.

É um sistema de estudos de relacionamento de diferentes sites na rede. Essa técnica também pode ser usada para mapear áreas na Web que se tornaram mais usadas, baseadas no número de vezes que foram “linkados” por outros Websites.

Como aplicação de métodos informétricos na web, pode-se afirmar que a webometria é uma forma de reconhecimento da importância da rede como meio de informação e comunicação para a ciência e a academia, setores aos quais os estudos quantitativos têm servido¹⁴⁷.

A autoria do termo é creditada aos pesquisadores dinamarqueses Tomas Almind e Peter Ingwersen que em 1997, definem a Webometria como o conjunto de estudos que utilizam métodos quantitativos para analisar a estrutura e os conteúdos das páginas na WWW.

Segundo Vanti¹⁴⁸, dentre as medições que podem ser realizadas no campo da webometria, destacam-se a frequência de distribuição e as classificações que compreendem categorias tais como homepages pessoais, institucionais ou organizacionais. Podem-se também realizar mensurações em tempos diferentes para comparar a evolução de uma instituição ou país na rede, para calcular o tamanho médio de uma página expressado em bytes, o número médio em links por página e a

¹⁴⁴ WORMELL, I. Informetria: explorando bases de dados como instrumentos de análise. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, 1998. Disponível em: <www.scielo.br/cgi-bin/fbpe/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

¹⁴⁵ WOLFRAM, D. Applying informetric characteristics of database to ir system file design. Part I: informetric models. **Information Processing & Management**, v. 28, n. 1, p. 121-133, 1992

¹⁴⁶ WOLFRAM, D. Applying informetric characteristics of database to ir system file design. Part II: simulation comparisons. **Information Processing & Management**, v. 28, n. 1, p. 135-151, 1992.

¹⁴⁷ Bufrem, L. S.; Prates, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 2, 14 mar. 2006.

¹⁴⁸ VANTI, 2002, *Op.cit.*

densidade média por link. Outros tipos de análise referem-se às citações entre páginas, conhecidas como *links*, *hyperlinks* ou *weblinks*, e estes são vistos como indicadores da importância global de um site ou um espaço.

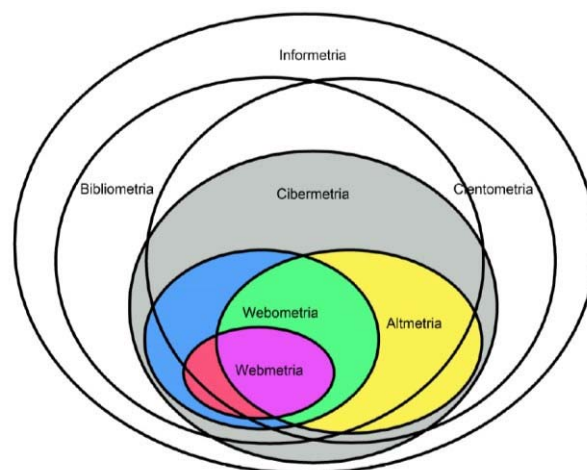
3.5 ALTMETRIA

Termo cunhado em 2010, por Jason Priem, a Altmatria reúne os estudos que tratam da criação e utilização de métricas (alternativas) e indicadores relativos a divulgação das publicações científicas e outros produtos de pesquisa na Web Social, como os blogs, *Twitter* e as redes sociais, por meio da análise das visualizações, downloads, menções, compartilhamentos, e comentários, entre outros, relativos a estas divulgações, para a compreensão da comunicação científica.

A Altmatria assume a função de oferecer caminho diferente para medir, avaliar, e dar significado à produção científica sob a perspectiva dessa nova realidade, onde a velocidade de comunicação e a tecnologia alteraram de forma significativa o padrão de comportamento da comunicação acadêmica.¹⁴⁹

A figura 1 mostra um Esquema de relações entre os campos da Informetria, Bibliometria, Cientometria, Cibermetria, Webometria, Webmetria e Altmatria¹⁵⁰:

Figura 1 Esquema de relações entre os campos dos estudos métricos



Fonte: Gouveia (2013).

¹⁴⁹ NASCIMENTO, A. G. do. **Altmatria para bibliotecários**: guia prático de métricas alternativas para avaliação da produção científica. São Paulo: Scortecci, 2017.

¹⁵⁰ GOUVEIA, F. C. Altmatria: métricas de produção científica para além das citações. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 214-227, maio. 2013. DOI <https://doi.org/10.18617/liinc.v9i1.569>. Disponível em: <http://revista.ibict.br/liinc/article/view/3434>. Acesso em: 22 mar. 2020.

A seguir estudaremos, mais detidamente, a Frente de Pesquisa e a Lei do Elitismo e a lei de Lotka, postulados que serão usados na consecução dos objetivos do presente estudo.

3.5 FRENTE DE PESQUISA, A LEI DE ELITISMO E A LEI DE LOTKA

Segundo Spinak¹⁵¹, a frente de pesquisa caracteriza-se pela manifestação de grande atividade de investigação em uma determinada área ou disciplina, normalmente desencadeada pelo surgimento de novos temas dentro de campos do conhecimento já consolidados.

Uma frente de pesquisa é um tópico comum de estudo compartilhado por um grupo de artigos publicados recentemente. No contexto da rede de citações, os artigos dentro do grupo devem ser conectar fortemente a outros¹⁵². Além disso, frentes de pesquisa representam estudos de ponta em campos científicos¹⁵³. Compreender os últimos desenvolvimentos em um determinado campo fornece *insights* sobre tendências; ajuda estudantes de pós-graduação em busca de novas áreas de pesquisa e auxilia pesquisadores e gestores em decisões políticas de financiamento, pedido de patentes ou colaboração com outras instituições. Shibata¹⁵⁴ salienta que a detecção precoce de artigos científicos é um desafio significativo para acadêmicos em universidades e institutos de pesquisa, bem como para formuladores de políticas públicas.

Pioneira nos estudos métricos da informação no Brasil e papisa da área, Gilda Maria Braga, inaugura a literatura sobre Frentes de Pesquisa, em 1973. Com uma análise impecável a autora nos ensina que a Frente de Pesquisa formada por documentos evidencia um conjunto de textos relevantes de uma literatura retrospectiva, embora recente; a formada por autores indica um grupo de especialistas

¹⁵¹ SPINAK, E. **Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e informetría**. Caracas: Unesco, 1996. 244 p.

¹⁵² HSIAO, C.-H., K.-Y. TANG, and J. S. LIU. 2015. Citation-based analysis of literature: A case study of technology acceptance research. **Scientometrics** 105:2. doi:10.1007/s11192-015-1749-5.

¹⁵³ HUANG, M.-H., and C.-P. CHANG. 2014. Detecting research fronts in OLED field using bibliographic coupling with sliding window. **Scientometrics** 98:1721–44. doi:10.1007/s11192-013-1126-1.

¹⁵⁴ Shibata, N., Y. Kajikawa, Y. Takeda, I. Sakata, and K. Matsushima 2009. *Early detection of innovations from citation networks*. **Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management** (pp. 54–58), Hong Kong, China, IEEE.

que, pelas características de seus trabalhos, levaram e continuam capazes de levar uma contribuição importante ao campo a que pertencem, além de terem influenciado outros autores e, portanto um campo do conhecimento, tendo esta influência uma implicação nítida com o futuro imediato.¹⁵⁵

A Frente de Pesquisa, independentemente do ponto de acesso empregado para determiná-la, representa um segmento relevante da literatura, determinado por um mecanismo de auto seleção, de importância fundamental, portanto, para todos os sistemas e processos que envolvem uma seleção qualitativa da literatura.

As Bibliotecas, Centros de documentação e informação especializados ou Centros de análise e recuperação de informação, que requerem uma aquisição seletiva podem através da Frente de Pesquisa adotar um padrão determinante do critério de inclusão, critério este muito mais sólido que a opinião de um pequeno grupo, muitas vezes insuficiente para avaliar periodicamente, de forma consistente e precisa, o volume de literatura.

Além disso, a Frente de Pesquisa, além de evidenciar os documentos ou autores mais citados de maneira mais nítida, permite também observar, de maneira mais precisa, os limites entre o núcleo (*core*) de um assunto e as suas áreas correlatas (*fringe*): as citações de ordem de série mais alta levam à determinação do núcleo e as mais baixas à das áreas correlatas.¹⁵⁶

É importante salientarmos a figura de Derek Solla Price, talvez o maior elo entre as áreas de História das Ciências e de Estudos Métricos de Informação. Price, tido como pai da Cientometria e físico de formação. Esse pesquisador da história da ciência observou o crescimento da literatura do campo da física, contando o número de resumos no Physical Abstracts, de 1900 a 1950. Ele constatou que a literatura de física vinha crescendo exponencialmente, com um período de duplicação de aproximadamente doze anos.

Grande precursor e referência intelectual do tema, Derek de Solla Price¹⁵⁷ asseverou que os artigos estavam unidos por padrões de referências de partes específicas da literatura anterior existente, e essa nova camada de conhecimento

¹⁵⁵ Braga, G. M. Relações Bibliométricas Entre a Frente de Pesquisa (Research Front) e Revisões da Literatura: Estudo Aplicado a Ciência da Informação. **Ciência da Informação**, v. 2, n. 1, 1973.

¹⁵⁶ Braga, G.M. 1973, *Op. cit.*

¹⁵⁷ PRICE, D. J. de S. *Networks of scientific papers*. **Science**, v. 149, n. 3683, p. 510-515, jul. 1965.

constituía o que ele chamou de “frente de pesquisa”, isto é, os artigos mais citados da literatura recente. Em suas palavras:

A frente de pesquisa total da ciência nunca foi, no entanto, uma única camada. Em vez disso, é dividida por segmentos e tiras bastante pequenas. A partir de um estudo das citações de revistas cheguei à conclusão de que a maioria dessas tiras corresponde ao trabalho de, no máximo, algumas centenas de homens em qualquer momento. Essas tiras representam assuntos definidos objetivamente cuja descrição pode variar materialmente de ano para ano, mas que permanecem de outra forma um todo intelectual. Se alguém pudesse resolver a natureza dessas tiras, isso poderia levar a um método para delinear a topografia da literatura científica atual.

As frentes de pesquisa são bem definidas pela tendência dos documentos dessa área em citar principalmente outros documentos da mesma área e com muito recente, isto é, de um período muito curto.

Aström¹⁵⁸ basendo-se nos estudos de Persson¹⁵⁹, Garfield¹⁶⁰, Morris et al¹⁶¹ e do próprio Price argumenta que a maioria das definições de frente de pesquisa é explicada como fazendo parte de artigos agrupados por acoplamento bibliográfico e de suas relações com os documentos citados reunidos por análise de cocitação. Por sua vez, Persson esclarece que em termos bibliométricos, os artigos citantes formam a frente de pesquisa, e os artigos citados constituem a base intelectual de um campo do conhecimento.

Neste sentido, Price¹⁶² descobriu que metade das citações de artigos produzidos em um determinado ano sobre determinado tema costumam se referir à metade de todos os documentos que já foram publicados, enquanto a outra metade das citações corresponde a um pequeno grupo de trabalhos publicados há pouco tempo. Portanto, somente uma pequena parte selecionada da literatura recente está interligada por meio das novas publicações a cada ano. Justamente esta pequena parte de documentos citados, com pouco tempo de existência, constitui a frente de pesquisa¹⁶³.

¹⁵⁸ ASTRÖM, F. *Changes in the LIS research front: time-sliced cocitation analyses of LISjournal articles, 1990–2004*. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 58, n. 7, p. 947-957, 2007.

¹⁵⁹ PERSSON, O. *The intellectual base and research fronts of JASIS (1986-1990)*. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 45, n. 1, p. 31-38, 1994.

¹⁶⁰ GARFIELD, E. *Research fronts*. **Current Contents**, v. 41, p. 3-7, 1994.

¹⁶¹ MORRIS, S.A.; YEN, G.; WU, Z.; ASNAKE, B. *Time line visualization of research fronts*. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 54, p. 413-422, 2003.

¹⁶² PRICE, D. J. de Solla. *Networks of Scientific Papers*. **Science**, v. 149, n. 3683, p. 510-515, July 30, 1965.

¹⁶³ BRAGA, Gilda Maria. *Informação, Ciência, Política Científica: o pensamento de Derek de Solla Price*. **Ci. Inf.**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 155-177, 1974.

Meadows e O'Connor¹⁶⁴, em seus estudos sobre a literatura da área de radioastronomia, encontraram algumas características próprias das frentes de pesquisa. A primeira delas é que os primeiros artigos têm muito pouca literatura prévia para citar, motivo pelo qual o período¹⁶⁵ de suas citações seria breve ou quase zero. Outra particularidade deste fenômeno é que à medida que a literatura se acumula, o período das citações cresce até que chega a um valor estacionário.

Ademais, o período muito breve das citações implica uma obsolescência¹⁶⁶ muito rápida, por isso, os artigos são publicados em revistas com pouco atraso de publicação ou de aparição rápida. A quantidade de referências a princípio é mínima e cresce até que chega a um valor estável, natural na disciplina. Por último, são poucos os investigadores que publicam sobre o tema e a porcentagem de autocitação fica acima da média normal para o campo de estudo.¹⁶⁷

Outro conceito adjacente ao conceito de Frete de Pesquisa é o do Elitismo ou mais usualmente, da Lei do Elitismo de Price. Em sua obra *Little Science, Big Science* mostrou que ao estudar a produção científica de pesquisadores é possível quantificar a ciência pelos métodos da própria ciência. Para isso recorreu as contribuições de Lotka e concluiu que 1/3 da literatura é produzida por menos de 1/10 dos autores mais produtivos, levando a uma média de 3,5 documentos por autor, com 60% dos autores produzindo um único documento. Dessa forma, Price propôs a Lei do Elitismo que por meio de uma pressão matemática em que n representa o número total de contribuintes numa disciplina e o cálculo da \sqrt{n} permite identificar a elite da área estudada. Ou seja, o número de autores mais prolíficos parecia equivaler à raiz quadrada do número total de autores que em qualquer campo ou subcampo da ciência são aqueles que compõem a chamada Frente de Pesquisa.

Desde sua formulação, a Lei do Elitismo vindo sendo utilizada como objeto de estudos nas mais variadas ciências, com resultados empíricos confirmando seu postulado e em outras contradizendo.

¹⁶⁴ MEADOWS, A. J.; O'CONNOR, J. G. Biographical Statistics as a Guide to Growth Points *in Science. Science Studies*, v. 1, n 1, jan., p. 95-99, 1970.

¹⁶⁵ Tendência dos documentos da área a citar majoritariamente outros documentos da mesma área e com datas muito recentes.

¹⁶⁶ Refere-se à tendência dos trabalhos científicos a serem citados com maior frequência logo após a sua publicação, decaindo rapidamente com o passar do tempo.

¹⁶⁷ SPINAK, 1996, *Op cit.*

Braga¹⁶⁸ traça relações bibliométricas entre a Frente de Pesquisa e revisões de literatura na área da Ciência da Informação, no período de 1966 a 1970, sendo que o critério utilizado para a determinação da frente de pesquisa foi o de que esses autores deveriam corresponder a em torno de 10% do total de autores, e uma elite da revisão da literatura correspondente a 8,7% do total de autores.

Para a área de Botânica, Queiroz¹⁶⁹ citada por Silva¹⁷⁰ analisou o período de 1971 a 1972 e encontrou 599 autores, a elite calculada seria, então, de 24 autores. Todavia, seus dados apresentavam 20 ou 37 autores como a elite. Ressalta-se que Queiroz, em seus estudos, demonstrou dificuldades de adequar o valor teórico da elite ao critério da raiz quadrada, notadamente quanto à produtividade dos autores da elite, pois o valor teórico da produtividade seria de 50% de todos os trabalhos, e mesmo que a elite fosse de 37 autores, a produtividade destes seria somente 22% do total de contribuições. Assim, o autor asseverou que a elite na área de Botânica apresentava baixa produtividade.

Na área de Química, para o período de análise de 1964 a 1973, Maria Martha de Carvalho¹⁷¹ determinou que a frente de pesquisa fosse constituída pelos pesquisadores que contribuíram com 3 ou mais trabalhos, que correspondiam a 11% do total de autores, e para o grupo de elite adotou a Lei do Elitismo. O valor teórico obtido foi de 57,5 autores, enquanto os dados reais conduziram a uma elite de 55 autores.

Para o período de 1968 a 1973, uma amostra da produção de artigos dos docentes do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais foi pesquisada por Maria de Lourdes Borges de Carvalho¹⁷², que quantificou que a frente de pesquisa e o grupo de elite seriam compostos de 36 de um total de 1516 autores.

¹⁶⁸ Braga, G.M. 1973, *Op. cit.*

¹⁶⁹ QUEIROZ, S. S. Bibliografia brasileira de Botânica, 1971-1972. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 55-66, 1975.

¹⁷⁰ SILVA, D. V. O.; MAROLDI, A. M.; LIMA, L. F. M. Outliers na lei do elitismo. **Em Questão**, v. 20, n. 3, p. 43-60, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/8526>>. Acesso em: 1 mar. 2021.

¹⁷¹ CARVALHO, M. M. Análises bibliométricas da literatura de Química no Brasil. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 119-141, 1975.

¹⁷² CARVALHO, M. L. B. Estudos de citações da literatura produzida pelos professores do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1/2, p. 27-42, 1976.

Na área de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, Sá¹⁷³ estudou durante o ano de 1971 o total de 229 títulos de periódicos e encontrou que a elite seria dada pela raiz quadrada do total de autores, mas também verificou que 10% do total de autores correspondiam a em torno de 33% do total de trabalhos publicados.

A aplicação da Lei do Elitismo para a área de siderurgia brasileira estudada por Gusmão¹⁷⁴, no período de 1960 a 1972, produziu uma elite de 27 autores, de um total de 726 autores. Mas vale observar que a autora não informa qual critério utilizou para excluir da elite o 28º e o 29º autores, que produziram a mesma quantidade de trabalhos que o 27º autor.

Já Bomeny¹⁷⁵ aplicou a Lei de Price ao arquivo privado do ex-presidente Getúlio Vargas, gerado no período de 1930 a 1939, encontrando um total de 356 autores, e a elite como 19 autores, sendo que, neste caso específico, houve a adequação do valor teórico de Price aos dados reais.

Christovão¹⁷⁶ propôs o critério denominado “filtro de qualidade”, no qual se parte da literatura informal (cartas, conversas, comunicações e congressos), e o que é produzido começa a ser “filtrado” até transformar-se na literatura superformal (revisões da literatura, serviços de indexação e resumos; e bibliografia de bibliografias). A hipótese da autora é que a frente de pesquisa encontra-se em uma parte do conjunto “filtrado”. Em seu estudo, trabalhou na área de Ciência da Informação, no período de 1969 a 1977, utilizando como fonte de dados as publicações “*Library and Information Science Abstracts*” (LISA) e o “*Annual Review of Information Science and Technology*” (ARIST). Ao filtrar as comunicações do LISA até o ARIST, o autor conclui que, de 277 autores em comum nas duas fontes de dados, somente 133 constituiriam a frente de pesquisa, e finaliza dizendo que seriam necessários alguns testes com o método proposto, no tocante a interação dos autores com coautores.

¹⁷³ SÁ, E. S. Participação dos pesquisadores de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia (MIP) na literatura científica internacional. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1/2, p. 43-69, 1976.

¹⁷⁴ GUSMÃO, H. R. Análise da literatura brasileira de Siderurgia. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 25-35, 1978.

¹⁷⁵ BOMENY, R. H. D. Estudo bibliométrico aplicado ao arquivo privado de Getúlio Vargas. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 37-42, 1978.

¹⁷⁶ CHRISTOVÃO, H. T. Da comunicação informal a comunicação formal: identificação da frente de pesquisa através de filtros de qualidade. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 3-36, 1979.

Novamente na área de Ciência da Informação, Rodrigues¹⁷⁷ estudou as citações de 62 dissertações de mestrado defendidas no Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), cobrindo o período de 1972 a 1979, tendo usado como critério para o grupo de elite a raiz quadrada de Price, que obteve, para periódicos e livros/folhetos, um valor real menor do que o valor teórico encontrado, e para as reuniões o valor real determinado foi ligeiramente superior ao valor teórico. Menciona-se que para a determinação da frente de pesquisa foi adotado o valor teórico de 10% do total de autores; sendo que o grupo de elite estaria contido no grupo da frente de pesquisa.

Um autor muito ativo na temática é Rúben Urbizagástegui Alvarado. Desde a década de 1980, produz artigos sobre a produtividade de autores, frente de pesquisa e Lei do Elitismo. Mais recentemente, Urbizagástegui Alvarado e Lane-Urbizagástegui¹⁷⁸ tiveram como objeto de estudo a produtividade de autores sobre planta medicinais do Peru. Os autores coletaram dados de 1238 autores, cobrindo o intervalo de tempo de 1913 a 2005. A elite teórica dada pela Lei de Price foi de 35,2 autores, enquanto os dados reais forneceram 36 autores que produziram seis ou mais artigos sobre o tema.

A Lei do Elitismo foi utilizada por Urbizagástegui Alvarado¹⁷⁹ na área de produtividade de autores (ou Lei de Lotka) cobrindo os anos de 1922 a 2003, onde, de um universo de 203 autores, a raiz quadrada fornece 14,25 autores. A elite foi então considerada como composta de 15 pesquisadores.

No estudo de quatro revistas sobre Ciência da Informação na Colômbia, publicadas no intervalo de 1978 a 2009, Restrepo Arango e Urbizagástegui Alvarado¹⁸⁰ encontraram 555 autores, e afirmaram que os autores mais produtivos seriam 11, os quais contribuíram com sete ou mais artigos; todavia, os autores não informam qual critério utilizado para identificar estes autores mais prolíficos.

¹⁷⁷ RODRIGUES, M. P. L. Citações nas dissertações de mestrado em Ciência da Informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 11, n. 1, p. 35-61, 1982.

¹⁷⁸ URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, R.; LANE-URBIZAGÁSTEGUI, S. *Productividad de los autores de literatura sobre plantas medicinales del Perú*. **Revista ACB**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 235-253, 2007.

¹⁷⁹ URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, R. A frente de pesquisa na literatura sobre a produtividade dos autores. **Encontros Bibli**, Florianópolis, v. 14, n. 28, p. 38-56, 2009.

¹⁸⁰ ESTREPO ARANGO, C.; URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, R. *La productividad de los autores en la ciencia de la información colombiana*. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 9-22, 2010.

Visando explorar as métricas científicas de produtividade em 16 cursos de doutorado na área de Botânica no Brasil, Amarante¹⁸¹ identificou 330 docentes que contribuíram entre 1960 até 2010 com 14.757 artigos. A raiz quadrada de 330 autores é 18,2 autores, o que permitiu a autora identificar como a sua elite 18 professores.

De acordo com Guedes¹⁸², o padrão de distribuição das leis e princípios bibliométricos segue a máxima “poucos com muitos e muito com poucos”. Essa máxima é conhecida como o Efeito Mateus na Ciência, que diz: aos que mais têm será dado em abundância e, aos que menos têm, até o que têm lhes será tirado¹⁸³. Uma expressão para representar o fenômeno social existente na ciência e presente nas comunidades científicas.

O enunciado que representa esse fenômeno foi retirado da passagem bíblica do evangelho de Mateus (25, 29) que diz: “Porque a todo o que tem, dar-se-lhe-á, e terá em abundância; mas ao que não tem, até aquilo que tem ser-lhe-á tirado”. Quando aplicado à ciência explica a tendência de pesquisadores com mais crédito científico receber mais reconhecimento e recursos para suas atividades acadêmicas, enquanto que os pesquisadores pouco conhecidos recebem pouco ou nenhum reconhecimento por suas atividades.

Trata-se de uma abordagem ao Efeito Mateus na Ciência baseada na análise de processos psicossociais, que afetam o sistema de avaliação e distribuição de recompensas científicas pelas contribuições. Sob essa perspectiva, Crane (1965) citado por Merton¹⁸⁴, em um estudo de caso sobre a produtividade científica conclui que cientistas altamente produtivos, de universidades conceituadas, obtêm frequentemente mais reconhecimento que cientistas igualmente produtivos de outras universidades.

Em 1926, o estatístico do *Metropolitan Life Insurance Company*, Alfred Lotka (1880-1949), desenvolveu um estudo com foco na produtividade dos autores de química e física, tendo utilizado como fonte de dados o *Chemical Abstracts*, entre 1909

¹⁸¹ AMARANTE, C. Professores/pesquisadores da Pós-Graduação em Botânica no Brasil: análise métricas de produtividade. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, João Pessoa, v. 4, n. 1, 2011.

¹⁸² GUEDES, Vânia Lisbôa da Silveira. A bibliometria e a gestão da informação e do conhecimento científico e tecnológico: uma revisão da literatura. **Ponto de acesso**, v.6, n.2, 2012. Disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/revistaici/article/viewArticle/5695>. Acesso em: jan.de 2020.

¹⁸³ MERTON, R. K. The Mathew effect in science. *Science*, [s. l.], v. 159, n. 3810, p. 56-63, Jan.1968. Disponível em: <http://www.garfield.library.upenn.edu/merton/matthew1.pdf>. Acesso em: 12/01/2020.

¹⁸⁴ MERTON, 1968, *Op cit.*

e 1916. Lotka descobriu que uma larga proporção da literatura científica é produzida por um pequeno número de autores, e um grande número de pequenos produtores se iguala, em produção, ao reduzido número de grandes produtores. Esses autores com volume de publicações são inversamente proporcionais ao quadrado destas. Isso levou a Lotka a concluir que o número de autores que produz “n” trabalhos é proporcional a $1/n^2$ dos autores com produção de apenas um único trabalho. Para cada 100 autores que produzem um só trabalho em determinado período, há 25 que produzem dois, 11 que produzem três e cerca de seis autores com quatro artigos cada. Essa seleção é expressa em uma fórmula matemática, conhecida hoje como lei do quadrado inverso, significando que o número de autores que publicam “n” trabalhos é inversamente proporcional a “ n^2 ”¹⁸⁵.

Lotka publicou seus resultados em 1926 no artigo intitulado *The frequency distribution of scientific productivity no Journal of the Washington Academy of Sciences*.

Desde 1926, época em que Lotka estabeleceu esta lei, muitos estudos têm sido conduzidos para investigar a produtividade dos autores em distintas disciplinas. Até dezembro de 2000, mais de 200 trabalhos, entre artigos, monografias, capítulos de livros, comunicações a congressos e literatura gris (cinzenta) tinham sido produzidos tentando criticar, replicar e/ou reformular esta lei bibliométrica¹⁸⁶.

Uma grande quantidade desses estudos aponta problemas na lei. Segundo Rao citado por Araújo¹⁸⁷ diz que essa lei é baseada em um conjunto pouco potente de dados e não foi testada estatisticamente. Essa lei foi aperfeiçoada por Price, como será visto posteriormente.

Na gestão da informação, do conhecimento e planejamento científico e tecnológico, sua aplicabilidade se verifica na avaliação da produtividade de pesquisadores, na identificação dos centros de pesquisa mais desenvolvidos, em

¹⁸⁵ MACHADO, Raymundo das Neves. Estrutura intelectual da literatura científica do Brasil e outros países dos BRICS: uma análise de cocitação de periódicos na área de célula-tronco. Orientadora Profa, Dra. Jacqueline Leta. 2015. 364f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, Rio de Janeiro, 2015.

¹⁸⁶ URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, Rubén. A lei de Lotka na bibliometria brasileira. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 31, n. 2, p. 14-20, maio/ago. 2002.

¹⁸⁷ ARAUJO, C. A. Bibliometria: evolucao historica e questoes atuais. *Em Questão*, Porto Alegre, v.12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006. Disponível em: <http://revistas.univerciencia.org/index.php/revistaemquestao/article/viewFile/3707/3495>. Acesso em: 07/03/2020.

dada área de assunto, e no reconhecimento da “solidez” de uma área científica. Ou seja, quanto mais solidificada estiver uma ciência, maior probabilidade de seus autores produzirem múltiplos, em dado período de tempo¹⁸⁸.

Na seção a seguir descrevemos a metodologia adotada nesta pesquisa e todos os passos necessários para constituição da base dos dados – levantamento, mineração, organização e tratamento, bem como os softwares utilizados para alcançarmos os resultados.

4 METODOLOGIA

Pensada inicialmente para o projeto sobre a Revista Brasileira de História da Ciência (RBHC), porém, o projeto todo sofreu enormes mudanças, assim, outros estudos preliminares foram realizados para contemplar aspectos diversos como acessibilidade, indexação em grandes bases, disponibilidade de metadados descritivos, entre outros.

Mueller¹⁸⁹ esclarece as condições indispensáveis a um bom periódico científico:

Um periódico científico será considerado bom na medida em que publica bons artigos, mantém periodicidade regular e é facilmente obtido. Essas características são dependentes umas das outras, formando um círculo vicioso já mencionado, difícil de romper: a afluência de bons artigos, isto é, as razões que motivam autores mais conceituados a escolherem um determinado periódico para mandar seu manuscrito, é consequência da regularidade da publicação e facilidade de acesso por leitores interessados. Qualidade de artigos, regularidade na publicação e facilidade de acesso permitem ao periódico ser incluído em bases de dados internacionais e aumentar a sua visibilidade. A visibilidade aumenta as chances de citação. O financiamento é mais acessível aos periódicos que publicam bons artigos, indexados e citados, ou seja, que têm boa reputação. A boa reputação se mantém com o rigor da seleção dos artigos. O rigor da seleção só pode ser aplicado onde há boa afluência de artigos. Mas a boa afluência de artigos depende de todo o resto...

¹⁸⁸ GUEDES, V. L. da S.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 6., 2005, Salvador. *Anais eletrônico...* Salvador: ICI/UFBA, 2005. Disponível em: http://www.cinform.ufba.br/vi_anais/trabalhos.htm Acesso em: 26/03/2020

¹⁸⁹ MUELLER, Suzana P. M. O Círculo vicioso que prende os periódicos nacionais DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação, n. 0, dez/99. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/985>.

Diante do exposto, a RBHC não conta com requisitos mínimos para uma análise bibliométrica. Sua representação na área de História da Ciência é pequena, não estando nem entre as cinco revistas mais citadas da área, tampouco tem sua produção indexada na *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO)¹⁹⁰, nem no *Directory of Open Access Journals* (DOAJ)¹⁹¹. Além disso, não utiliza nenhum sistema de gerenciamento de periódico científico, como por exemplo o *Open Journal System* (OJS)¹⁹², *Ambra*¹⁹³ ou *Scholar One*¹⁹⁴.

No início do levantamento, após o Exame de Qualificação, não se teve acesso a toda coleção em seu site¹⁹⁵, conforme o esperado. Não raras foram as vezes que encontramos “links quebrados” ou com conteúdo inadequado.

Diante de todo o exposto não tivemos alternativas, alteramos e aumentamos o escopo da Tese. A abrangência foi maximizada com uma análise da produção intelectual dos autores em História das Ciências no Brasil em bases internacionais. E não apenas em um periódico. O número de artigos foi aumentado em quase quatro vezes. A cobertura temporal foi ampliada para 43 anos de estudos no Brasil. Isto, decerto, representa um ganho para o projeto e justifica essa mudança de rumo.

Este capítulo apresenta os detalhes sobre a metodologia adotada para alcançar o objetivo geral do estudo que é a análise da literatura brasileira sobre História das Ciências, sua Frente de Pesquisa, sua Elite e estrutura intelectual.

Para o bom desenvolvimento do trabalho científico torna-se indispensável a adoção de procedimentos metodológicos que visam refletir adequadamente a validade interna e externa do fenômeno estudado, conforme recomendam Guimarães, Hayashi e Benze.¹⁹⁶

¹⁹⁰ <https://scielo.org/>

¹⁹¹ <https://doaj.org/>

¹⁹² <https://pkp.sfu.ca/ojs/>

¹⁹³ <https://plos.github.io/ambraproject/>

¹⁹⁴ <https://clarivate.com/webofsciencgroup/solutions/scholarone/>

¹⁹⁵ https://www.sbhc.org.br/revistahistoria/view?ID_REVISTA_HISTORIA=64

¹⁹⁶ GUIMARÃES, V. A. L.; HAYASHI, M. C. P. I.; BÊNZE, B. G. Estratégias metodológicas da pesquisa sobre comunicação científica no campo dos Estudos Sociais da Ciência. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade**, v.2, p. 120–134, 2012.

4.1 MÉTODO DE ABORDAGEM

Podemos caracterizar a presente pesquisa, quantos aos seus métodos como quantitativa em relação à forma de abordagem do objeto, pois trabalhou com variáveis expressas sob a forma de dados numéricos e emprega técnicas estatísticas para classificá-los e analisá-los. Também é uma pesquisa do tipo exploratória, uma vez que proporcionou maior familiaridade com o problema investigado, com vistas a torná-lo mais explícito por meio da construção de hipóteses. Ainda pode ser caracterizada como uma pesquisa descritiva, pois registrou e descreveu as características de um determinado fenômeno – a literatura citada em artigos científicos na área de História das Ciências – mediante técnicas padronizadas de coleta de dados. Além disso, não deixa de ser uma pesquisa analítica, pois envolveu uma análise mais aprofundada das informações coletadas na tentativa de explicar o contexto dos fenômenos estudados e estabelecer relações entre as causas e os efeitos.¹⁹⁷

Para responder às questões de pesquisa e atingir os objetivos propostos adotou-se nessa Tese um delineamento metodológico composto de três passos:

- Escolha da Base de Dados;
- Coleta e conversão dos dados;
- Uso da Ferramenta de Análise

4.2 ESCOLHA DA BASE DE DADOS

Para a escolha da base de dados a ser utilizada no estudo, foi realizado um levantamento em três bases diferentes com o objetivo de determinar a base mais completa e abrangente, a saber:

Web of Science (WoS)¹⁹⁸ - site que fornece acesso baseado em assinatura a vários bancos de dados que fornecem dados abrangentes de citações para muitas disciplinas acadêmicas diferentes. Foi originalmente produzido pelo *Institute for Scientific Information* e atualmente é mantido pela *Clarivate Analytics*.

¹⁹⁷ GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

¹⁹⁸ <https://www.webofknowledge.com>

Scientific Electronic Library Online (SciELO)¹⁹⁹ é uma biblioteca digital de livre acesso e modelo cooperativo de publicação digital de periódicos científicos brasileiros, resultado de um projeto de pesquisa da Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo - FAPESP, em parceria com a Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde - Bireme. A partir de 2002 conta com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. O Projeto tem por objetivo o desenvolvimento de uma metodologia comum para a preparação, armazenamento, disseminação e avaliação da produção científica em formato eletrônico. Participam atualmente na rede SciELO os seguintes países: África do Sul, Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Espanha, México, Peru, Portugal, Uruguai, Venezuela; preparam a participação: Equador, Paraguai.

Scopus²⁰⁰ é um banco de dados de resumos e citações de artigos para periódicos científicos. Abrange editoras internacionais, nos campos científico, técnico, e de ciências médicas e sociais (incluindo as artes e humanidades). É propriedade da Elsevier²⁰¹ e é disponibilizado na Web para assinantes. Buscas na Scopus incorporam pesquisas científicas de páginas da web através de Scirus, outro produto Elsevier, bem como bancos de dados de patentes.

Foram utilizados os campos de busca simples das ferramentas, com os refinamentos necessários para Artigos e Artigos de Revisão. A estratégia de busca usada foi *TITLE-ABS-KEY (history AND of AND science AND brazil) AND (EXCLUDE (PUBYEAR , 2021)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j"))*.

O quadro 1 a seguir nos mostra a quantidade de artigos recuperados por base de dados, importante salientar que o ano de 1977 foi o primeiro no qual há um resultado para História da Ciência no Brasil.

¹⁹⁹ <https://scielo.org/>

²⁰⁰ <https://www.scopus.com/>

²⁰¹ Como o proprietário da *Scopus*, a *Elsevier*, é também uma das principais editoras de revistas científicas internacionais isto implica um evidente conflito de interesses na escolha dos periódicos a serem incluídos na base de dados.

Quadro 1 - Cobertura das bases de dados sobre a produção em História da Ciência no Brasil

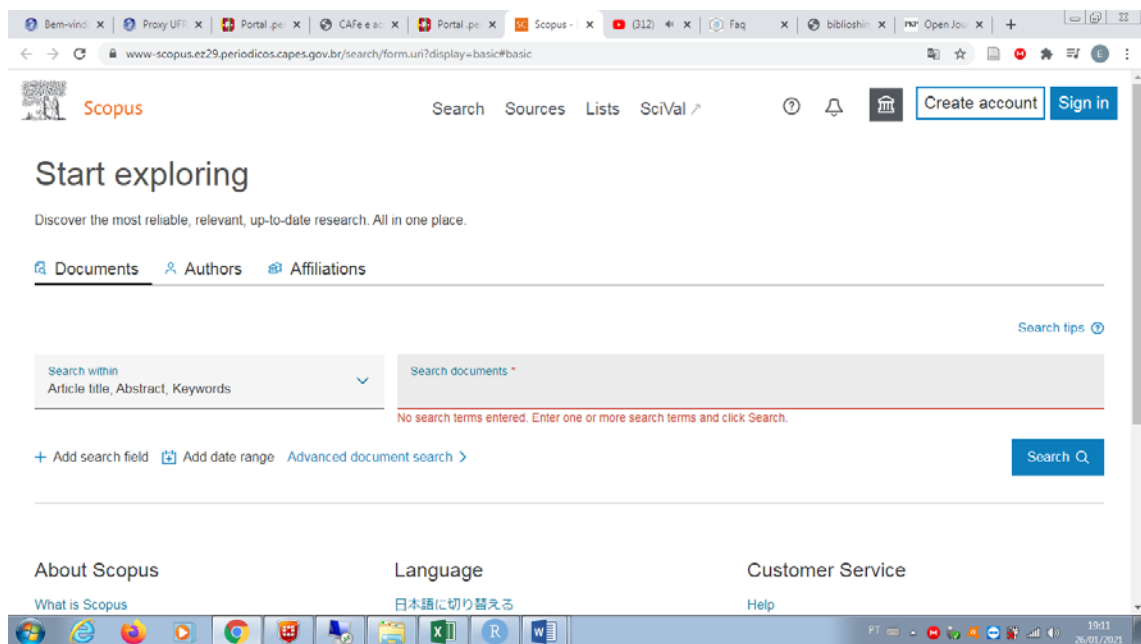
Ano	WoS	Scielo	Scopus
1977	-	-	2
1978	-	-	1
1979	-	-	-
1980	-	1	-
1981	-	-	-
1982	-	-	2
1983	-	-	1
1984	-	1	2
1985	-	1	-
1986	-	-	1
1987	-	-	2
1988	-	-	2
1989	-	-	2
1990	-	-	2
1991	-	1	-
1992	1	2	2
1993	-	-	6
1994	-	2	4
1995	1	8	4
1996	1	10	4
1997	2	8	4
1998	1	25	3
1999	1	12	8
2000	2	20	6
2001	1	24	6
2002	2	22	7
2003	1	27	3
2004	1	44	3
2005	-	34	17
2006	1	37	20
2007	2	37	31
2008	5	41	25
2009	8	38	35
2010	8	53	40
2011	9	59	51
2012	10	50	61
2013	9	53	83
2014	9	52	89
2015	16	46	79
2016	14	50	86
2017	13	69	132
2018	16	57	126
2019	15	66	141
2020	16	67	127
Totais	151	1016	1216

Fonte: Dados coletados na *Web of Science*, *Scielo* e *Scopus*

Como pode ser observado, a fonte com maior cobertura em números absolutos é a Scopus, como uma coleção cerca de 16,5% maior que a Scielo. A base tem além disso, uma cobertura temporal maior, começando a coletar artigos de 1977, enquanto a Scielo começa sua coleção a partir de 1980. A WoS curiosamente, indexa apenas 151 artigos de História da Ciência no Brasil com uma coleção iniciada apenas em 1992, quinze anos após o primeiro registro indexado na Scopus.

A fonte de dados escolhida nesse estudo foi a *Scopus* (Elsevier). A seleção se deu além do já exposto, por sua ampla cobertura (sua característica disciplinar cobre todas as áreas do conhecimento); disponibilidade (via Portal de Periódicos da CAPES); constituir-se numa das fontes de dados mais utilizadas nos estudos bibliométricos e facilidade de migração de dados diretamente para diferentes softwares, inclusive o *Biblioshiny for Bibliometrix*²⁰² e o *VOSviewer*²⁰³, que foram utilizados na pesquisa. (Figuras 2 e 3).

Figura 2 - Tela de busca simples da Scopus



Fonte: <https://www.scopus.com/>

²⁰² <https://bibliometrix.org/>

²⁰³ <https://www.vosviewer.com/>

Figura 3 - Tela de resultados Scopus com filtros de artigos

The screenshot shows the Scopus search results interface. At the top, there is a search bar with a query: "TITLE-ABS-KEY (history AND of AND science AND brazil) AND (EXCLUDE (PUBYEAR , 2021)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j"))". Below the search bar are options to "Edit", "Save", and "Set alert".

On the left side, there is a "Refine results" panel with "Open Access" filters:

- All Open Access (547)
- Gold (440)
- Hybrid Gold (14)
- Bronze (50)
- Green (243)

The main area displays a list of documents. The first document is:

Document title	Authors	Year	Source	Cited by
1 Masonic heroes in the historiography of abolition in São Paulo [Os heróis maçônicos na historiografia da abolição em São Paulo] Open Access	Francisco, R.R.	2020	Historia da Historiografia 13(34), pp. 271-302	0
2 COVID-19 in the Indigenous Population of Brazil Open Access	Palamim, C.V.C., Ortega, M.M., Marson, F.A.L.	2020	Journal of Racial and Ethnic Health Disparities	1

Fonte: <https://www.scopus.com/>

4.3 COLETA E CONVERSÃO DOS DADOS

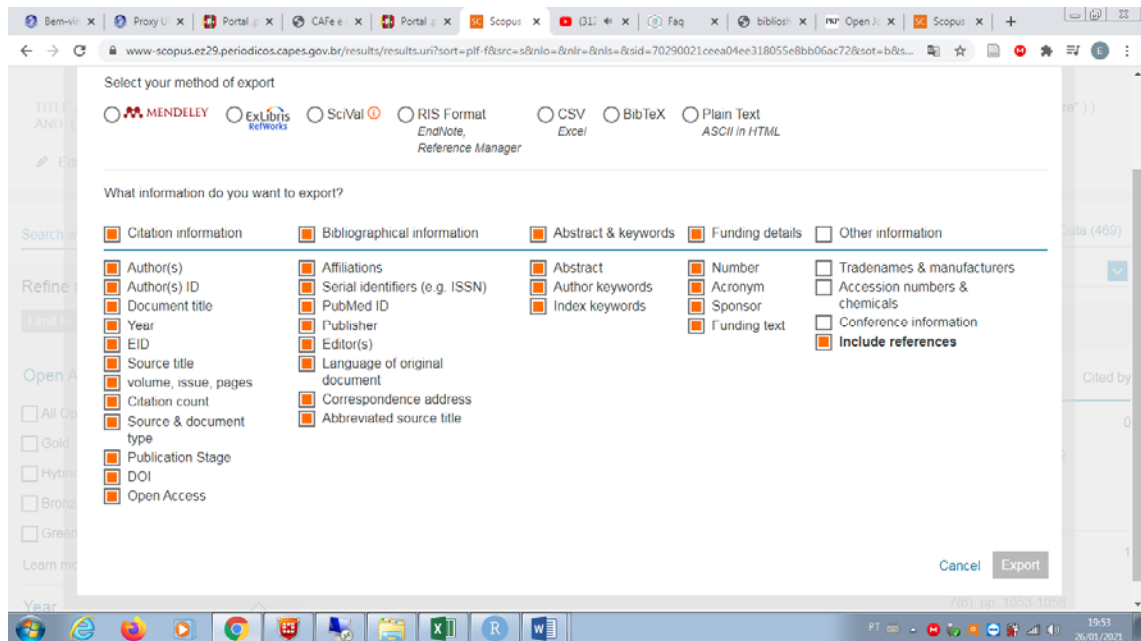
A coleta dos dados foi realizada no dia 10 de janeiro de 2021, formando um objeto empírico de 1.216 artigos. Seu recorte temporal foi de 1977 a 2020, portanto 43 anos de artigos.

Encerramos o recorte temporal no ano de 2020 para cobrir o período mais recente nas publicações e, conseqüentemente, observar a incidência de assuntos/conceitos nos artigos no período mais recente possível.

A Scopus permite a exportação dos dados para softwares como o Mendeley, o RefWorks, Scival e nos formatos RIS, usado no EndNote e Reference Manager, CSV Excel, BibTex, Plain Text.

A Figura 4, abaixo demonstra o conjunto de campos disponíveis para exportação e análise.

Figura 4 - Tela de exportação de dados da Scopus



Fonte: <https://www.scopus.com/>

Optamos pelo uso do formato CSV pela facilidade de uso tanto para a importação no software de análise quanto para a manipulação dos dados.

4.4 USO DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE

Após a coleta de dados na base Scopus foi feita uma verificação da integridade, correção e reconversão de dados, para tal foram utilizados os seguintes softwares na ordem abaixo:

- **Adobe Acrobat X Pro²⁰⁴** – Editor de PDF comercial.

Utilizado para a preparação e extração de referências bibliográficas, através do Reconhecimento Óptico de Caracteres (Optical Character Recognition – OCR).

- **Biblioshiny for Bibliometrix** – Pacote em linguagem R com que fornece um conjunto de ferramentas para pesquisas relacionadas à bibliometria e à cientometria.
- **VOSviewer** – software livre e de código aberto, orientado à criação, visualização e exploração mapas baseados em dados de redes Projetado

²⁰⁴ <https://www.adobe.com/br/>

inicialmente para analisar dados bibliométricos, o VOS Viewer pode ser utilizado em qualquer conjunto de dados de redes e adota o método conhecido como VOS (*Visualization of Similarities*) para definir os nós e ligações de sua rede.

- **Microsoft Excel 2013** – Software comercial de planilha eletrônica que inclui ferramentas de cálculo e construção de gráficos.

Utilizado para tabulação de dados e construção de gráficos.

Conforme anteriormente informado, optou-se por colocar o capítulo referente à metodologia da pesquisa antes dos resultados e discussões para um melhor entendimento da aplicação das leis.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados do estudo referente às duas abordagens relevantes para o objetivo central da presente tese: a constituição da frente de pesquisa e da elite de pesquisa (produtividade de autores). Importante salientar que, durante o levantamento de dados e articulações dos resultados, não foram identificados estudos correlatos sobre o assunto. Tanto no estudo da frente de pesquisa (autores citados) quanto no da elite (autores citantes), foram analisadas com vistas aos indicadores como proporção de citações e produções por gênero; país de origem dos pesquisadores e a área de formação dos investigadores.

Para atender aos demais objetivos propostos neste estudo, apresentamos as análises quanto a aplicação das Leis de Price e de Lotka e sua performance. Nessa oportunidade, foi demonstrada a manifestação do Efeito Matheus, estudado pelo sociólogo das ciências, Robert Merton.

5.1 CONSTITUIÇÃO DA FRENTE DE PESQUISA EM HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS

Como visto anteriormente, a frente de pesquisa tem sua constituição a partir de autores citados pela Elite de autores de um campo do conhecimento. O quadro XXX foi obtido a partir do número total ($n= 50970$) de autores citados no corpus da pesquisa, composto por 1055 artigos e revisões publicados em periódicos, indexados na base Scopus, no período de 1977 a 2020. Foram analisados, portanto, 43 anos. A frente de pesquisa foi calculada a partir da Lei do Elitismo de Price que preconiza que a raiz quadrada (\sqrt{n}) do total de autores ($n=50970$) aponta a quantidade a ser considerada a Frente de Pesquisa.

O resultado da expressão $\sqrt{50970} = 225,76$ indica um número não inteiro. Price²⁰⁵ em sua proposta não indica ou define um arredondamento do valor obtido quando este não é um número inteiro. Usualmente, quando este fato ocorre, os bibliometristas costumam tomar uma entre duas decisões: arredondar o resultado para baixo ou arredondar o resultado para cima. Optamos por arredondar o resultado para 226 autores. Ao analisarmos o quadro gerado pelo software Bibliometrix,

²⁰⁵ PRICE, D. J. de S. **O desenvolvimento da ciência**. Rio de Janeiro: LTC, 1976.

percebemos que com a mesma frequência de citações $n=17$, ficaríamos de fora da frente de pesquisa 9 autores. Procedemos a inclusão destes perfazendo uma frente de pesquisa total de 235 autores.

Quadro 2 – Frente de Pesquisa

Autores	Citações	País	Instituição	Área de Formação	Gênero
KUHN, Thomas Samuel	166	EUA	Univ. Harvard	Física	M
CARNIELLI, Walter Alexandre	156	Brasil	UNICAMP	Matemática	M
FOUCAULT, Michel	121	França	Univ.Paris	Filosofia	M
MARTINS, Roberto de Andrade	116	Brasil	UNIFESP	Física	M
LATOURE, Bruno	110	França	Sciences Po	Antropologia	M
NEWTON, Isaac	102	UK	Univ. Cambridge	Matemática/Física	M
MATTHEWS, Michael Roberts	97	Austrália	University of New South Wales	Educação	M
CONIGLIO, Marcelo Esteban	92	Argentina	UNICAMP	Matemática	M
LOPES, Maria Margaret	91	Brasil	USP	Geologia	F
BENCHIMOL, Jaime Larry	91	Brasil	Fiocruz	História	M
DARWIN, Charles	69	UK	Universidade de Edimburgo	Biologia	M
SUGUIO, Kenitiro	65	Brasil	USP	Geologia	M
HOCHMAN, Gilberto	62	Brasil	Fiocruz	Administração Pública	M
MORTIMER, Eduardo Fleury	62	Brasil	UFMG	Química	M
SILVA, Cibelle Celestino	61	Brasil	USP	Física	F
BOURDIEU, Pierre	59	França	Collège de France/Univ. Paris	Filosofia/Sociologia	M
DUHEM, Pierre	59	França	École normale supérieure/Univ. Paris	Física	M
POPPER, Karl	58	Austria	Univ. Viena	Filosofia	M

MARCOS, Josep	58	Espanha	P. Fabra University	Química	M
OLIVEIRA, B G	57	Brasil	UFOB	Química	M
BACHELARD, Gaston	56	França	Univ. Paris	Filosofia/Química	M
BOHM, David	56	EUA	UCLA Berkeley	Física	M
FREIRE JR, Olival	55	Brasil	UFBA	Física	M
LEDERMAN, Norman G.	54	EUA	Illinois Institute of Technology	Matemática/Educação	M
DESCARTES, René	53	França	Univ. Leiden	Filosofia/Física/Matemática	M
EINSTEIN, Albert*	51	Alemanha	Instituto Politécnico de Zurique	Física	M
KURY, Lorelai B.	50	Brasil	Fiocruz	História	F
LACERDA, João Batista de.	50	Brasil	UFRJ	Medicina	M
TEIXEIRA, Luiz Antonio	49	Brasil	Fiocruz	História	M
MAYR, Ernst	48	Alemanha	Universidade Humboldt de Berlim	Biologia/Zoologia	M
PAPAVERO, Nelson	48	Brasil	USP	Biologia/Zoologia	M
PIAGET, Jean	48	Suíça	Universidade de Genebra	Biologia/Epistemologia	M
ABD EL KHALICK, Fouad	47	Líbano	Univ. North Carolina	Biologia/Educação	M
COSTA, Newton Carneiro Affonso	47	Brasil	UFPR	Matemática/Filosofia	M
EL HANI, Charbel Nifio	47	Brasil	UFBA	Biologia/Educação	M
LAKATOS, Imre	47	Hungria	Univ. de Debrecen	Filosofia/Física/Matemática	M
ZALASIEWICZ, Jan	47	UK	Univ. Leicester	Geologia	M
FILGUEIRAS, Carlos Alberto	46	Brasil	UFMG	Química	M
KOYRÉ, Alexandre	46	França	Univ. Paris	Filosofia	M

STERN, Julio Michael	46	Brasil	USP	Física	M
AVRON, Arnon	44	Israel	Univ. Tel Aviv	Matemática	M
ROSENFELD, Leon	44	Bélgica	Univ. Liége	Física	M
TEIXEIRA, Anísio	44	Brasil	UFRJ	Educação	M
OSBORNE, Jonathan	43	UK	Univ. Stanford	Física/ Educação	M
PIETROCOLA, Maurício	43	Brasil	USP	Física/ Educação	M
SÁ, Magali Romero	43	Brasil	Fiocruz	Biologia	F
ALLCHIN, Douglas	42	EUA	Univ. Texas	História	M
BARNOSKY, Anthony David	41	EUA	UCLA Berkeley	Geologia	M
STEPAN, Nancy	40	EUA	University Columbia	História	F
CHAGAS, Carlos	40	Brasil	UFRJ	Biologia/Medicin a	M
STEFFEN, Will	40	EUA	Australian National University	Química	M
SANJAD, Nelson	39	Brasil	Fiocruz/ Museu Paraense Emílio Goeldi	Comunicação	M
TOSI, Leandro	39	Itália	CEA France	Física	M
CARVALHO, Anna Maria Pessoa	38	Brasil	USP	Física	F
FERRAZ, Marcia Helena Mendes	38	Brasil	PUC-SP	Química	F
LIMA, Nisia Trindade de.	38	Brasil	Fiocruz	Sociologia	F
MOREIRA, Marco Antonio	38	Brasil	UFRGS	Física	M
WATERS, Colin N.	38	UK	Univ. Leicester	Geologia	M
ANTUNES RODRIGUES, José	37	Brasil	USP	Medicina	M
MARTIN, Lisa	37	EUA	UCLA San Diego	Biologia/ Política Científica	F
CANGUILHEM, Georges	36	França	École Normale Supérieure	Filosofia/ Medicina	M
MASSARANI, Luisa	36	Brasil	Fiocruz	Jornalismo	F
PERES, Carlos Augusto	36	Brasil	USP	Agronomia	M

ARAÚJO, R C M U	35	Brasil	UFPB	Química	F
CAPONI, Gustavo	34	Argentina	UFSC	Filosofia	M
GUERRA, Andreia	34	Brasil	CEFET-RJ	Física	F
PORTO, Paulo Alves	34	Brasil	USP	Química	M
PUTNAM, Hilary	34	EUA	Harvard	Filosofia	M
SHAPIN, Steven	34	EUA	Reed College	Biologia/História/ Sciologia	M
D'OTTAVIANO, Itala Maria Loffredo	33	Brasil	PUC Campinas	Matemática	F
EDLER, Flavio Coelho	33	Brasil	Fiocruz	História	M
GARFIELD, Eugene	33	EUA	University Pennsilvania	Química/Linguíst ica	M
RAMOS, Marise Nogueira	33	Brasil	Fiocruz	Química	F
WESTFALL, Richard S.	33	EUA	Yale	História	M
COHEN, Ierome B.	32	EUA	Harvard	História	M
HODSON, Derek	32	Nova Zelandia	Univ. Auckland	Educação	M
KRAGH, Helge	32	Dinamarca	Niels Bohr Institute	Física/Química	M
MOURA, Breno Arsioli	32	Brasil	UFABC	Física	M
PATACA, Ermelinda Moutinho	32	Brasil	USP	Química	F
PRAIA, João	32	Portugal	Univ. Porto	Geologia	M
SCHWARTZMAN, Simon	32	Brasil	UFMG	Sociologia	M
ALFONSO-GOLDFARB Ana Maria	31	Brasil	PUCSP	Física	F
DRIVER, Rosalind	31	UK	King's College	Educação	F
GOULD, Stephen Jay	31	EUA	Harvard	Palentologia	M
HAHNEMANN, Samuel	31	Alemanha	Univ. Erlangen- Nuremberg	Medicina/Homeo patia	M
MUNITA Casimiro S.	31	Brasil	IPEN	Química	M
CUETO, Marcos	30	Perú	Fiocruz	História	M
MIROWSKI, Phillip	30	EUA	Univ Notre Dame	História	M
NEVES, Walter Alves	30	Brasil	USP	Biologia	M

VILLANI, Alberto	30	Brasil	USP	Física	M
CACHAPUZ, Antonio	29	Portugal	Univ. Aveiro	Química	M
GILBERT, John K.	29	UK	University of Reading	Educação	M
MORIN, Edgar	29	França	Univ. Paris	Antropologia/ Sociologia	M
BOYLE, Robert	28	UK	Eton College	Filosofia/ Física/ Química	M
BRAGA, Marco	28	Brasil	CEFET-RJ	Física	M
CANTOR, Geoffrey N.	28	UK	University of Leeds	Física	M
ERDURAN, Sibel	28	UK	Oxford University	Educação/Bioquímica	F
FERREIRA Luiz Otávio	28	Brasil	Fiocruz	Sociologia	M
GALISON, Peter	28	EUA	Harvard	Física	M
MANSUR, Katia Leite	28	Brasil	UFRJ	Geologia	F
MAXWELL, James Clerk	28	UK	University of Cambridge	Física/Matemática	M
YOUNG, Thomas	28	UK	University of Edinburgh Medical School	Medicina	M
BEKHTEREV, Vladimir	27	Rússia	Univ. de Kazan	Neurologia/Psiquiatria	M
BENSAUDE-VINCENT, Bernardette	27	França	Univ. Paris Sorbonne	Filosofia	F
BUNGE, Mario	27	Argentina	Univ. Buenos Aires	Física/Filosofia	M
CHARTIER, Roger	27	França	Univ. Paris Sorbonne	História	M
DOMINGUES, Heloisa Maria Bertol	27	Brasil	MAST	História	F
PATY, Michel	27	França	CNRS, Univ. Paris	Física/Filosofia	M
SCHWARCZ, Lillia Moritz	27	Brasil	USP	História	F
SHEPARD, Glenn H.	27	EUA	Museu Paraense Emilio Goeldi	Antropologia/ Etnologia	M
STAMMREICH, Hans	27	Alemanha	USP	Química	M
CHIBENI, Silvio S	26	Brasil	UNICAMP	Física/Filosofia	M

FLEXOR, Jean Marie	26	Brasil	Observatório Nacional	Física	M
KRAUSE, Décio	26	Brasil	UFSC	Matemática	M
AGASSIZ, Louis	25	Suíça	Universidade de Erlangen-Nuremberg	Geologia	M
BARDIN, Laurence.	25	França	Univ. Paris	Psicologia	F
CRISPINO, Luiz Carlos B.	25	Brasil	UFPA	Física	M
HALL, Alfred Rupert.	25	UK	Cambridge	História	M
MAIO, Marcos Chor.	25	Brasil	Fiocruz	Sociologia	M
Nimuendajú, Curt	25	Alemanha		Etnologia	M
OSTERMANN, Fernanda	25	Brasil	UFRGS	Física/Educação	F
VIDEIRA, Antonio Augusto Passos	25	Brasil	UERJ	Filosofia	M
FREIRE, Paulo	24	Brasil	UFPE	Educação/Filosofia	M
HACKING, Ian	24	Canadá	University of British Columbia	Filosofia	M
JOULE, James Prescott	24	UK	Cambridge	Física	M
LOWY, Ilana	24	Polônia	CERMES-3 França	História	F
LAUDAN, Larry	24	EUA	Univ. Kansas	Filosofia/Física	M
NEVES, Eduardo Goes	24	Brasil	USP	História	M
PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro	24	Brasil	IBICT	Biblioteconomia	F
RIEPPER, João Paulo	24	Brasil	UFRJ	Medicina	M
SANTOS, Wildson L. P. dos	24	Brasil	UNB	Química	M
CLAUSER, John Francis	23	EUA	UCLA Berkeley	Física	M
FORATO, Taís Cyrino Mello	23	Brasil	UNIFESP	Física	F
KLASSEN, Stephen	23	Canadá	University of Winnipeg	Educação	M
MOTOYAMA, Shozo	23	Brasil	USP	Física/História	M
NIAZ, Mansoor	23	Venezuela	Universidad de Oriente	Educação	M

PEDUZZI, Luiz O. Q.	23	Brasil	UFSC	Física	M
REIS, José Claudio	23	Brasil	UERJ	Física	M
STEVENSON, Ian	23	Canadá	St. Andrews University	Psiquiatria	M
BUFFON George-Louis Leclerc	22	França	Universidade de Angers	Botânica	M
CHIAPPIN, José Raymundo Novaes.	22	Brasil	USP	Física	M
DUARTE L F D	22	Brasil	UFRJ	Direito/Antropologia	M
FEBVRE, Lucien	22	França	Univ. Paris	História	M
KEYNES John Maynard	22	UK	Cambridge	Economia	M
MCCOMAS W F	22	UK	Dublin City University	Educação	M
SHAPIRO Alan E.	22	EUA	Univ of Minnesota	Física/Astron.	M
SHIMONY, Abner	22	EUA	Yale University	Matemática/Física	M
ANDERSON, Warwick	21	Austrália	Univ. Melbourne	Medicina	M
ASSIS, André Koch Torres	21	Brasil	UNICAMP	Física	M
BRUSH, Stephen G	21	EUA	Harvard Univeristy	Física	M
CHAGAS FILHO, Carlos	21	Brasil	UFRJ	Medicina	M
DANZIGER, Kurt	21	Alemanha	Univ. Cape Town	Química/Psicologia	M
DUIT, Reinders	21	Alemanha	Leibniz Institute for Science and Mathematics Education	Física/Educação	M
FRIEDMAN, Meyer	21	EUA	Yale University	Medicina	M
MOREIRA ALMEIDA, Alexander	21	Brasil	UFJF	Psiquiatria	M
PAULI, Wolfgang	21	Austria	Univ. Munique	Física	M
PETITJEAN, Patrick	21	França	CNRS, Univ. Paris	Astrofísica	M
SANTOS, Ricardo Ventura	21	Brasil	Fiocruz	Biologia	M
SMITH, Roger	21	UK	Univ. Lancaster	História	M

SNYDER, Solomon H.	21	EUA	Georgetown University	Neurociência	M
STENGERS, Isabelle	21	Bélgica	Universidade Livre de Bruxelas	Filosofia/Química	F
AZEVEDO, Nara	20	Brasil	Fiocruz	História	F
BRANNER, John Casper	20	EUA	Stanford University	Geologia	M
COUTY, Loius	20	França	UFRJ	Fisiologia	M
ELLIS, Erle C.	20	EUA	Cornell University	Biologia	M
FREYRE, Gilberto	20	Brasil	Baylor University	Sociologia	M
GALILEI, Galilei	20	Itália	Univ.Pisa	Astronomia/Física	M
GRANATO, Marcus	20	Brasil	MAST	Engenharia	M
HEILBRON, John Lewis	20	EUA	UCLA Berkeley	História	M
PEREIRA, Alexsandro P.	20	Brasil	UFRGS	Física/Educação	M
RESNICK, Robert	20	EUA	Baltimore College	Física	M
RODRIGUES, Antonio	20	Portugal	Univ. Lisboa	Educação	M
ROQUETTE PINTO, Edgard	20	Brasil	UFRJ	Medicina	M
ROSENHEAD, Jonathan	20	UK	London School of Economics	Economia	M
WEINTRAUB, Elliot Roy	20	EUA	Duke University	Matemática	M
WUNDT, Wilhelm	20	Alemanha	Universidade de Heidelberg	Medicina/Psicologia	M
ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino	19	Brasil	UFPE	Biologia	M
ÂNGULO, Rodolfo José	19	Brasil	UFPR	Geologia	M
BELL J S	19	EUA	University of Wisconsin	Física	M
CASTRO, João Wagner Alencar	19	Brasil	UFRJ	Geologia	M
CRUTZEN, Paul Josef*	19	Holanda	UCLA San Diego	Química	M
DASTON, Lorraine	19	EUA	Harvard Univeristy	História	F
ANDRADE, Ana Maria Ribeiro de.	19	Brasil	MAST	História	F
FLECK, Ludwik	19	Polonia	Universidade Lviv	Medicina	M

HOOKE, Robert	19	UK	Oxford University	Astronomia/Física	M
HUBBE, Mark	19	EUA	Ohio State University	Antropologia	M
MOREIRA, Ildeu de Castro	19	Brasil	UFRJ	Física	M
NARDI, Roberto	19	Brasil	UNESP	Física	M
RAJ, Kapil	19	França	EHESS, França	Matemática/Filosofia	M
ROBBINS, Lionel	19	UK	London School of Economics	Economia	M
SKINNER, Burrhus Frederick	19	EUA	Harvard University	Psicologia/Filosofia	M
WAISSE, Silvia	19	Argentina	PUC-SP	Medicina	F
BLACK, Francis L.	18	EUA	Yale University	Medicina	M
BLOOR, David	18	UK	Univ. Edimburgo	Sociologia	M
DALTON, John	18	UK	Harris Manchester College	Química/Física/Meteorologia	M
DE BROGLIE, Louis*	18	França	Univ. Paris	Física	M
DIAS, Emmanuel.	18	Brasil	UFRJ	Medicina	M
DIAS, Penha Maria Cardoso.	18	Brasil	UFRJ	Física	F
GIL PEREZ, Daniel.	18	Espanha	Univ. Valencia	Física	M
HARAWAY, Donna	18	EUA	Yale University	Biologia/Filosofia	F
LEITE, Serafim	18	Portugal		História	M
MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira	18	Brasil	USP	História	F
NYE, Mary Joe	18	EUA	Oregon State University	História	F
OWEN, Russel	18	EUA	University of Washington	Astronomia	M
PHISALIX, Césaire	18	França	Univ. Paris	Astronomia	M
REDFORD, Kent H.	18	EUA	Univ. Florida	Biologia	M
RUSHTON John Phelippe	18	Canadá	Western Ontario University	Psicologia	M

SARTON, George	18	Bélgica	Harvard Univeristy	Química/História	M
SNETHLAGE, Emilie	18	Alemanha	Museu Paraense Emílio Goeldi	Ornitologia	F
THOMSON, William T.	18	UK	Universidade de Glasgow	Física	M
VESSURI, Hebe	18	Argentina	Oxford University	Antropologia	F
WECHSLER, Solange M	18	Brasil	PUC-RJ	Psicologia	F
WITTGENSTEIN, Ludwig	18	Austria	Cambridge	Filosofia	M
WU Ling-Na	18	China	Chinese Academy of Sciences	Física	F
AMPERE, André-Marie	17	França	École polytechnique Paris	Física	M
ARAUJO, Saulo de Freitas	17	Brasil	UFJF	Psicologia	M
BARBOSA, Rui	17	Brasil	USP	Direito	M
BONAMIN, Leoni V.	17	Brasil	Universidade Paulista (UNIP)	Medicina Veterinária	F
CLAUSIUS, Rudolf	17	Alemanha	Univ. Berlim	Física/Matemáti ca	M
DUSCHL, Richard	17	EUA	Penn State University	Educação	M
FEYERABEND, Paul	17	Austria	Univ. Viena	Filosofia	M
FRANKLAND, Edward	17	UK	Univ. of Marburg	Química	M
GLASER, Barney G	17	EUA	Stanford University	Sociologia	M
GRECA, Ileana Maria	17	Espanha	Universidad de Burgos	Física	F
HERCULANO HOUZEL, Suzana	17	Brasil	UFRJ	Neurociência	F
HEWSON, Peter W	17	EUA	University of Wisconsin–Madison	Educação	M
KELLER, Evelyn Fox	17	EUA	MIT	Física	F
LEYDESDORFF, Loet	17	Holanda	Universidade de Amsterdã	Cientometria	M
MILLAR, Robin	17	UK	University of York	Educação	M
ROSENBERG, Charles	17	EUA	Harvard Univeristy	História	M

RUSE, Michael	17	UK	Univ. Bristol	Filosofia/Biologia	M
SAINT HILAIRE, August	17	França	Museu de História Natural de Paris História Natural de Paris	Botânica	M
STRAUSS, Leo	17	Alemanha	Univ. Chicago	Filosofia	M
VARELA, Alex Gonçalves	17	Brasil	UERJ	História	M
WOOLGAR, Stephen William	17	UK	Cambridge	Sociologia	M

Fonte: Elaborado pelo autor com articulação de dados a partir da Lei do Elitismo de Price.

A Frente de Pesquisa formada pelos 235 autores representa apenas 0,46% da totalidade do universo de 50970 autores citados, e as citações recebidas (n=7613) representam 14,41% do total (n=52824) de citações. As demais 45211 citações foram recebidas por 50735 autores que receberam entre 1 e 16 citações cada, o que representa 99,64% do total de autores e 85,59% das citações.

O autor que lidera a frente de pesquisa com o maior número de citações é o físico e filósofo das ciências americano Thomas S. Kuhn, com 166 citações (2,18%). Sua obra *As estruturas das revoluções científicas*²⁰⁶, de 1962, é um marco nas discussões sobre ciência nos mais diversos campos do saber, o que revela o “caráter interdisciplinar”²⁰⁷ do livro.

Thomas Kuhn nasceu em 18 de julho de 1922 em Cincinnati, Ohio, Estados Unidos. Formou-se em Física (*summa cum laude*) em 1943, pela Universidade de Harvard. Recebeu desta mesma instituição o grau de mestre em 1946 e o grau de doutor em 1949, ambos na área de Física. Após ter concluído o doutorado, Kuhn tornou-se professor em Harvard. Lecionou uma disciplina de ciências para alunos de ciências humanas. A estrutura desta disciplina baseava-se nos casos mais famosos da história da ciência, pelo que Kuhn foi obrigado a familiarizar-se com este tema²⁰⁸.

²⁰⁶ KUHN, Thomas S. **As estruturas das revoluções científicas**. Rio de Janeiro: Perspectiva, 13 ed. 2017.

²⁰⁷ CUPANI, Alberto. **Por que ainda Thomas Kuhn?** In: CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão; PENNAFORTE, Marcelo do Amaral. *Thomas Kuhn: A Estrutura das Revoluções Científicas [50 anos]*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013. Cap. 1. p. 13-19.

²⁰⁸ SILVA, André Luiz Silva da. Popper e Kuhn: como reconhecer um conhecimento científico? Disponível em: <https://www.infoescola.com/ciencias/popper-e-kuhn-como-reconhecer-um-conhecimento-cientifico>.

Este fato foi determinante para o desenvolvimento da sua obra. Portanto, o cenário o levou ao estudo da história e a envolver-se com as preocupações de natureza filosófica, carreira singular para a época, transitando pelas áreas exatas e humanas contestando dogmas aclamados. Para Kuhn, o progresso das ciências pode ser visto como um processo antagônico registrado pelas revoluções do pensamento científico, ao invés da concentração paulatina de dados epistemológicos.

O segundo autor mais citado com 156 citações (2,05%) é o brasileiro Walter Alexandre Carnielli, matemático, lógico e filósofo. Professor titular da UNICAMP, Carnielli ganhou o prêmio Jabuti em 2007 com o livro *Computabilidade: Funções Computáveis, Lógica e os Fundamentos da Matemática*²⁰⁹, escrito em parceria com R.L Epstein. Pesquisa e ensina na área de Filosofia, com ênfase em Lógica e Fundamentos da Matemática. Atua principalmente nos seguintes temas: fundamento dos sistemas da lógica contemporânea, lógica e fundamentos da computação semânticas formais, combinação de lógicas, combinatória finita e infinita, história e filosofia da lógica. Presidiu a Sociedade Brasileira de Lógica por dois mandatos, e fundou o GT de Lógica da ANPOF, que coordenou por vários anos. O Professor Walter Carnielli lidera a Elite de autores sobre História das Ciências no Brasil, indexados na base Scopus, como veremos mais adiante.

Michel Foucault teve 121 citações (1,59%). O filósofo francês é um dos maiores intelectuais de todos os tempos. Numa pesquisa rápida, os textos de Foucault estão em todos os ementários de cursos de ciências humanas e sociais aplicadas, ministrados nas universidades públicas federais e estaduais do Rio de Janeiro.

Foucault é conhecido pelas suas críticas às instituições sociais, especialmente à psiquiatria, à medicina, às prisões, e por suas ideias sobre a evolução da história da sexualidade, suas teorias gerais relativas ao poder e à complexa relação entre poder e conhecimento, bem como por estudar a expressão do discurso em relação à história do pensamento ocidental. Têm sido amplamente discutidas a imagem da "morte do homem", anunciada em *As Palavras e Coisas*²¹⁰, e a ideia de subjetivação, reativada no interesse próprio de uma forma ainda problemática para a filosofia clássica do sujeito. Parece então que mais do que em análises da

²⁰⁹ CARNIELLI, Walter A.; EPSTEIN, Richard L.. **Computabilidade, funções computáveis, lógica e os fundamentos da Matemática**. 2. ed., rev. -. São Paulo: Ed. UNESP, 2009.

²¹⁰ Foucault, Michel. *As palavras e as coisas*. 6. ed. -. São Paulo: Martins Fontes, 1992

"identidade", por definição, estáticas e objetivadas, Foucault centra-se na vida e nos diferentes processos de subjetivação.

Outro destaque da frente de pesquisa é a presença de três investigadores laureados com o Prêmio Nobel. O mais célebre é o físico alemão Albert Einstein. Einstein recebeu o Nobel de 1921 por seus serviços a física teórica e pela descoberta da lei do efeito fotoelétrico, que foi fundamental no estabelecimento da teoria quântica. Ao longo de sua vida, Einstein publicou centenas de livros e artigos. Além do trabalho individual, também colaborou com outros cientistas em outros projetos, incluindo a estatística de Bose-Einstein, o refrigerador de Einstein e outros. Publicou mais de 300 trabalhos científicos, juntamente com mais de 150 obras não científicas. Apesar de muito famoso pela Teoria da Relatividade, Einstein desenvolveu estudos nas áreas de mecânica quântica, cosmologia, fótons, átomo e quantum de energia, flutuações termodinâmicas e física estatística.

Paul Josef Crutzen foi laureado com o Nobel de Química de 1995, juntamente com Mario Molina e Frank Sherwood Rowland, por seu trabalho na química atmosférica, particularmente o estudo sobre a formação e decomposição do ozônio na atmosfera. Seus estudos sobre substâncias poluentes têm permitido entender as possíveis mudanças climáticas sofridas pela Terra, relacionadas à emissão de clorofluorcarbonetos ou CFCs e outros gases organoalógicos com uma alteração no equilíbrio químico na formação e destruição do ozônio estratosférico.

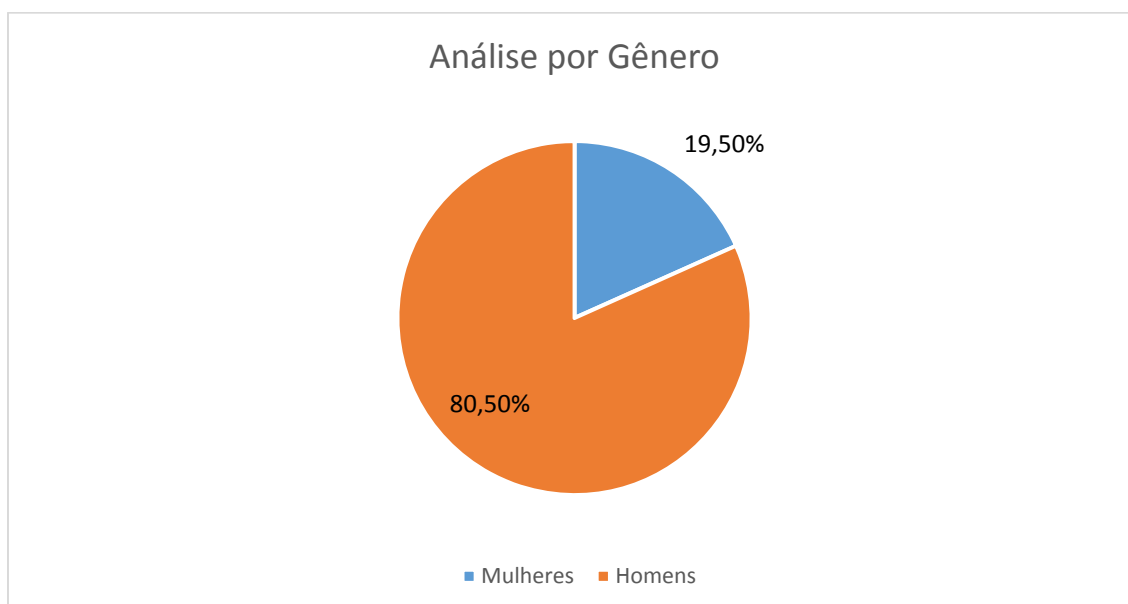
O físico francês Louis de Broglie, venceu o Nobel de Física de 1929, por sua teoria da dualidade onda-corpúsculo. Era um polímata, com conhecimentos em história, filosofia e matemática. Iniciou seus trabalhos de pesquisa estudando os raios X, em colaboração com seu irmão Maurice. Foi este trabalho que o levou mais tarde a escrever sua tese de doutoramento, "*Recherches sur la théorie des quanta*". Nesta, de Broglie introduz a sua teoria de ondas de elétrons, que inclui a teoria de dualidade onda-corpúsculo da matéria, baseada na teoria dos quanta proposta por Max Planck e Albert Einstein. Este trabalho abre uma nova área da física, a mecânica ondulatória, que constitui uma das principais bases da mecânica quântica. Em 1927, Clinton Davisson e Lester Germer demonstram experimentalmente a difração de elétrons através de cristais. A experiência de Davisson-Germer comprova a hipótese da natureza ondulatória de elétron. Entre as aplicações mais importantes

de sua teoria destaca-se o desenvolvimento de microscópios electrónicos, que permitem uma resolução muito superior à dos microscópios ópticos.²¹¹

5.1.1 Análise da Frente de Pesquisa por gênero

Uma análise que achamos deveras importante dentro dos estudos métricos de informação e em especial da História das Ciências, que é o papel das mulheres na escrita da História das Ciências. A seguir apresentamos o gráfico da proporção de gênero entre os autores citados nos estudos. (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Proporção de citações por gênero



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na frente de pesquisa, curiosamente, foram encontradas apenas 19,50% ou em números absolutos, 45 autoras. A autora com maior número de citações é a geóloga Maria Margaret Lopes, com 91 citações. Tem experiência na área de História, especialmente em História das Ciências, atuando principalmente nos seguintes temas: História das Ciências e da Tecnologia no Brasil e América Latina, História das

²¹¹ Leite Vieira, Cásio. «Há 50 anos, o físico norte-irlandês John Bell (1928-90) chegou a um resultado que demonstra a natureza "fantasmagórica" da realidade no mundo atômico e subatômico.». Site Folha de S.Paulo. Consultado em 1 de dezembro de 2020.

Ciências Geológicas e Paleontológicas no Brasil e América Latina, Gênero em História das ciências e tecnologias, História dos Museus de Ciências e Tecnologias²¹².

Maria Margaret Lopes é notadamente uma relevante pesquisadora com contribuições destacadas às diversas discussões sobre História das Ciências. A autora já identificou a discrepância apontada, o reduzido número de mulheres nas citações, por isso, discute a questão no Núcleo de Estudos de Gênero PAGU (UNICAMP) e em outros artigos sobre mulheres. Assunto que cresce diante de pesquisas que apontam, apesar dos contrastes, o desenvolvimento feminino nas publicações²¹³.

Diante da discrepância apontada, mesmo não sendo objeto da tese, o resultado gerou desconforto, pois apesar de as mulheres estarem em crescente publicação, pois dados de 2019 comprovam que passaram a assinar 72% dos artigos científicos publicados no Brasil²¹⁴, a presente tese comprova que as mulheres são pouco citadas na área da História das Ciências.

Apesar dessa constatação, temos importantes investigadoras brasileiras na frente de pesquisa. Além de Maria Margaret Lopes, destacamos a física Cibelle Celestino Silva, professora do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo. Seus estudos concentram-se História da Física e Ensino da Física²¹⁵. Na área da História destacamos a pesquisadora Lorelay B. Kury com 50 citações. É pesquisadora da Casa de Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz e professora do Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e da Saúde (COC/Fiocruz), ministrando disciplinas em História das ciências, historiografia, teoria e metodologia. É também professora da área de Teoria e Metodologia do Departamento de História da UERJ. Dedicar-se a pesquisas em história das ciências nos séculos XVIII e XIX, abordando em particular temas relacionados à história natural, natureza e medicina. Vem trabalhando sobre as práticas de leitura e de publicação de livros, manuais e

²¹² <http://lattes.cnpq.br/8046282601245273>.

²¹³ LETA, Jacqueline. As mulheres na ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso. **Estud. av.** vol.17, no.,49, São Paulo Sept./Dec. 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142003000300016. Acesso em: dezembro/2020.

²¹⁴ <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-03/mulheres-assinam-72-dos-artigos-cientificos-publicados-pelo-brasil>

²¹⁵ <http://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/pagina-pessoal-docente/?codigo=2879>

periódicos científicos, desde o advento da imprensa no Brasil até meados do século XIX²¹⁶.

Ter pesquisadoras importantes sendo mais estudadas e conseqüentemente mais citadas seria de suma relevância para o desenvolvimento da área no Brasil.

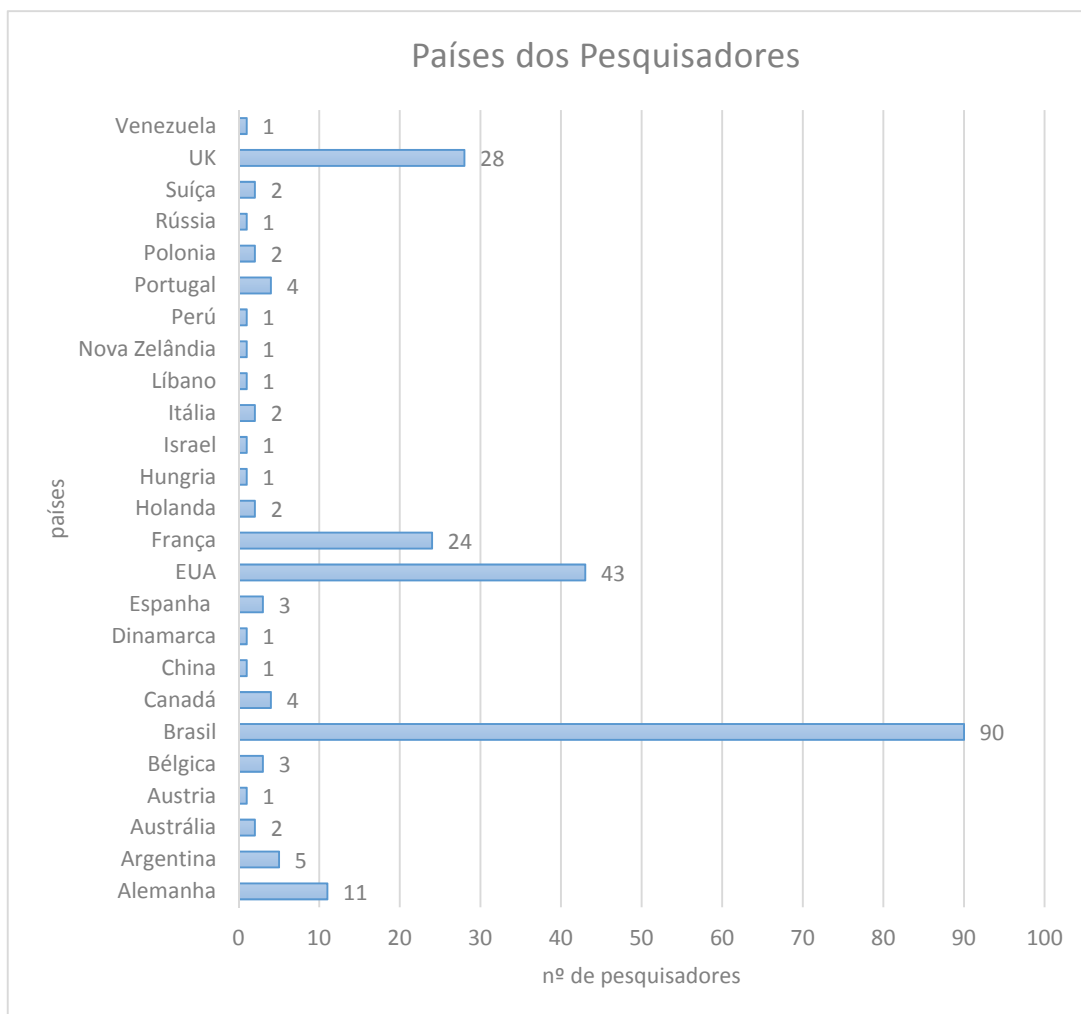
5.1.2 Análise por países de origem dos pesquisadores

O Brasil é o país com o maior número de pesquisadores na frente de pesquisa, muito em função da temática da pesquisa, a História da Ciência no Brasil. O país tem 90 pesquisadores ou 38,30% do total de 235 pesquisadores. Destaque para os já citados, Walter Carnielli e a Maria Margaret Lopes. Além deles, uma menção a Roberto de Andrade Martins, físico e professor da UNIFESP.

Um destaque precisa ser dado aos autores americanos com 43 pesquisadores ou 18,30% do total. Os autores americanos são amplamente citados com 1263 citações ou 16,59%. (Gráfico 2)

²¹⁶ <http://ppghcs.coc.fiocruz.br/index.php/br/docentes/103-corpo-docente/164-lorelai-brilhante-kury>

Gráfico 2 - Análise pela formação dos pesquisadores



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como já visto, o americano Thomas Kuhn lidera a frente e é importante citar Nancy Stepan que escreveu o clássico *Gênese e evolução da ciência brasileira*²¹⁷. A autora, professora da Universidade de Colúmbia, em Nova York, publicou livros diretamente relacionados à história das ciências e da medicina. Stepan tem trabalhos sobre eugenia e raça na América do Sul, destacando-se a obra "*A hora da eugenia*": *raça, gênero e nação na América Latina*²¹⁸. Na obra, a autora defende a tese de que a história da eugenia na América Latina subverte o entendimento do significado da eugenia em geral, afirmando que o movimento eugênico internacional não foi unitário

²¹⁷ STEPAN, Nancy. **Gênese e evolução da ciência brasileira: Oswaldo Cruz e a política de investigação científica e médica**. Rio de Janeiro: Artenova, 1976

²¹⁸ STEPAN, Nancy. **A hora da eugenia: raça, gênero e nação na América Latina**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005.

e não pode ser indiscriminadamente apreendido. Ao contrário da concepção mendeliana de genética - dominante nos países anglo-saxônicos -, os eugenistas latino-americanos baseavam sua eugenia em uma corrente alternativa de noções neolamarckianas de hereditariedade, cujas concepções se apoiavam na idéia da transmissão dos caracteres adquiridos. O resultado foi a adoção de uma "eugenia preventiva", muito mais preocupada com as reformas sociais e com a adaptação ao meio do que propriamente com as questões biológicas.

Nesse livro, Nancy Stepan explora os movimentos eugênicos dos três países mais populosos da América Latina - Brasil, México e Argentina -, ressaltando que suas diferentes tradições do pensamento científico, político e cultural permitem uma análise comparativa. Apesar de articularem de maneiras diversas as ideologias raciais, os movimentos eugênicos latino-americanos estavam unidos em torno de uma mesma preocupação: a construção de uma "verdadeira nacionalidade". Os esforços da maioria dos eugenistas latino-americanos foram empregados com o objetivo de superar a heterogeneidade de sua "população mestiça", abrindo caminho para a homogeneização da identidade nacional.

A França ocupa o quarto lugar entre os mais citados. Destaques evidentes para o já citado Michel Foucault e para o antropólogo Bruno Latour. O autor é muito citado nos cursos de História, Sociologia e Ciência da Informação, sua teoria ator-rede ao analisar a atividade científica, considera tanto os atores humanos como os não humanos, estes últimos devido à sua vinculação ao princípio de simetria generalizada²¹⁹. Conhecido pelos seus livros que descrevem o processo de pesquisa científica, dentro da perspectiva pós-construtivista que privilegia a interação entre o discurso científico e a sociedade, os de maior destaque são: *Jamais Fomos Modernos*, *Ciência em Ação* e *Reagregando o Social*. Salientamos que os franceses foram citados 849 vezes e tem 11,15% das citações totais²²⁰.

A América do Sul é representada, além dos autores brasileiros, pelos argentinos Marcelo Esteban Coniglio com 92 citações, Gustavo Caponi (34 citações), Mario Bunge (27 citações) e Silvia Waisse com 19 citações. Destaque especial para Hebe Vessuri com 18 citações. A antropóloga argentina é vinculada a institutos de pesquisa na Argentina, na Venezuela e no México (Centro de Estudos Sociais de Ciência do Instituto de Investigação Científica - IVIC, Centro de Pesquisa de Geografia

²¹⁹ <http://www.bruno-latour.fr/biography.html>.

²²⁰ http://www.bruno-latour.fr/books_and_edited_volumes.html.

Ambiental - CIGA-UNAM, Conselho Nacional de Investigações Científicas e Técnicas - CONICET e Instituto de Ciências Humanas e Sociais), Conselho Nacional de Investigações Científicas e Técnicas (CONICET) e Instituto de Ciências Humanas e Sociais). É pioneira em estudos sociais sobre a ciência na América Latina, pelos quais recebeu vários prêmios nacionais e internacionais. Após realizar doutorado na Universidade de Oxford, foi exilada durante a ditadura argentina, e ajudou a fundar programas de graduação na Venezuela e no Brasil.

Exerceu importantes atividades na comissão de Ciência e Tecnologia do Conselho Latino Americano de Ciências Sociais (CLACSO), na Reitoria da Universidade das Nações Unidas, na União Internacional de Ciências Antropológicas e Etnológicas (IUAES), na Comissão de Ética na Ciência da UNESCO, no Conselho Internacional de Governança de Risco (IRGC), no Programa Internacional Para o Desenvolvimento Humano (IHDP) e no Conselho Internacional de Ciências Sociais (ISSC). Vessuri desenvolve trabalhos acadêmicos profundamente comprometidos com a democratização da ciência²²¹.

O historiador peruano, radicado no Brasil, Marcos Cueto (30 citações) é editor da revista *História, Ciências, Saúde Manguinhos*, da Casa de Oswaldo Cruz e pesquisador da Casa Oswaldo Cruz, FIOCRUZ. As pesquisas que vem efetuando versam sobre a história da saúde na América Latina contemporânea, e também a respeito da história da Organização Mundial de Saúde. É bolsista de Produtividade do CNPq (2016 - 2019), Projeto: A Organização Mundial da Saúde e o surgimento da Saúde Global: uma casa de duas tradições. Em 2017 foi eleito *President Elect* da Divisão de História da Ciência e da Tecnologia da União Internacional de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia (conhecida pela sigla em inglês DHST/IUHPST), sociedade científica internacional, sediada em Paris.²²²

Já o venezuelano Mansoor Niaz (23 citações) é professor de educação científica na Universidad de Oriente, Venezuela. Seus interesses de pesquisa incluem a aplicação da psicologia cognitiva e da história e filosofia da ciência ao ensino de ciências. Ele publicou mais de 140 artigos em revistas internacionais e sete livros. Seus dois livros mais recentes: Niaz, M. (2012). *Da 'ciência em formação' à compreensão da*

²²¹ Candido, Marcia Rangel; Daflon, Verônica Toste. Hebe Vessuri: antropóloga e especialista em estudos sociais sobre a ciência na América Latina. **Dossiê Especial Cadernos de Estudos Sociais e Políticos: Clássicas**, V.6, n.11 (2017).

²²² <http://lattes.cnpq.br/1854091408825500>.

natureza da ciência: uma visão geral para educadores de ciências. Nova York: Routledge, 2012.; e Niaz, M. *Avaliação crítica da ciência física como um empreendimento humano: Dinâmica do progresso científico. Dordrecht: Springer, 2009.* O autor conduziu uma série de estudos com base em uma estrutura de história e filosofia da ciência para analisar livros didáticos de química e física em tópicos como: estrutura atômica, carga elétrica elementar, leis de proporções definidas e múltiplas, teoria cinética, ligação covalente, tabela periódica, números quânticos, efeito fotoelétrico e a dualidade onda-partícula.

Foram citados n=97 autores sul-americanos ou 41,28% da frente de pesquisa. A frequência de citações foi de n=3341 ou 43,89% das citações feitas aos autores da frente.

5.1.3 Análise pela formação dos pesquisadores

A análise por áreas de formação dos pesquisadores (Quadro 3) nos mostra o predomínio de físicos n=62 (21,60%) na Frente de pesquisa. Os vinculados a área de História são n=30 (10,45%), Química n=23 (8,01%), são as três maiores áreas de formação. Duas características da frente de pesquisa merecem nossa atenção.

Quadro 3– Área de formação dos pesquisadores

Física	62	Economia	3	Comunicação	1
História	30	Psiquiatria	3	Engenharia	1
Filosofia	28	Botânica	2	Epistemologia	1
Química	23	Direito	2	Fisiologia	1
Educação	22	Etnologia	2	Homeopatia	1
Biologia	17	Neurociência	2	Jornalismo	1
Medicina	17	Zoologia	2	Linguística	1
Matemática	15	Administração Pública	1	Medicina Veterinária	1
Geologia	11	Agronomia	1	Meteorologia	1
Sociologia	11	Astrofísica	1	Neurologia	1
Psicologia	7	Biblioteconomia	1	Ornitologia	1
Antropologia	5	Bioquímica	1	Paleontologia	1
Astronomia	4	Cientometria	1	Política Científica	1

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em primeiro lugar, o campo da física, historicamente, é o grande indutor dos estudos históricos da ciência no Brasil. Seria natural que as referências intelectuais seriam aportadas por essa área. Em segundo lugar, a interdisciplinaridade da História das Ciências fica comprovada, pois além de termos 39 áreas do conhecimento representadas, 52 autores têm duas ou mais formações simultâneas. Além de formações fronteiriças, como por exemplo, física e astronomia, alguns autores da frente de pesquisa tem duas ou três formações em áreas não fronteiriças como por exemplo, Biologia e Política Científica ou Educação e Bioquímica. A nosso ver, a interdisciplinaridade é a marca registrada da área da História das Ciências.

5.2 CONSTITUIÇÃO DA ELITE DE AUTORES DE ARTIGOS DA ÁREA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO BRASIL

Nessa seção analisaremos a Elite de autores citantes escreveram artigos e revisões sobre História das Ciências no Brasil. Essa elite simboliza as produções em 1977 e 2020, portanto 43 anos e é obtida pela aplicação da lei de Lotka e da lei do Elitismo de Price (1963) como veremos adiante. Como visto anteriormente, a produtividade na forma de publicações, considerada como a parte com que diferentes pessoas contribuem para o progresso da ciência foi estudada por Lotka em 1926, que estabeleceu os fundamentos da *lei do quadrado inverso*, afirmando que o número de autores que fazem n contribuições num determinado campo científico é aproximadamente $1/n^2$ daqueles que fazem uma só contribuição, e que a proporção daqueles que fazem uma única contribuição é de mais ou menos 60 por cento. Importante salientar que aqui estão demonstrados o resultado de um dos objetivos da pesquisa, que é a aplicação da Lei do Elitismo à área da História das Ciências no Brasil.

O quadro xxx foi obtido a partir do cálculo de produtividade de Lotka a partir do total de autores citantes do estudo é de $n=1999$ autores, o que foi possível gerar o gráfico de frequência da distribuição da produtividade científica (Gráfico xxx).

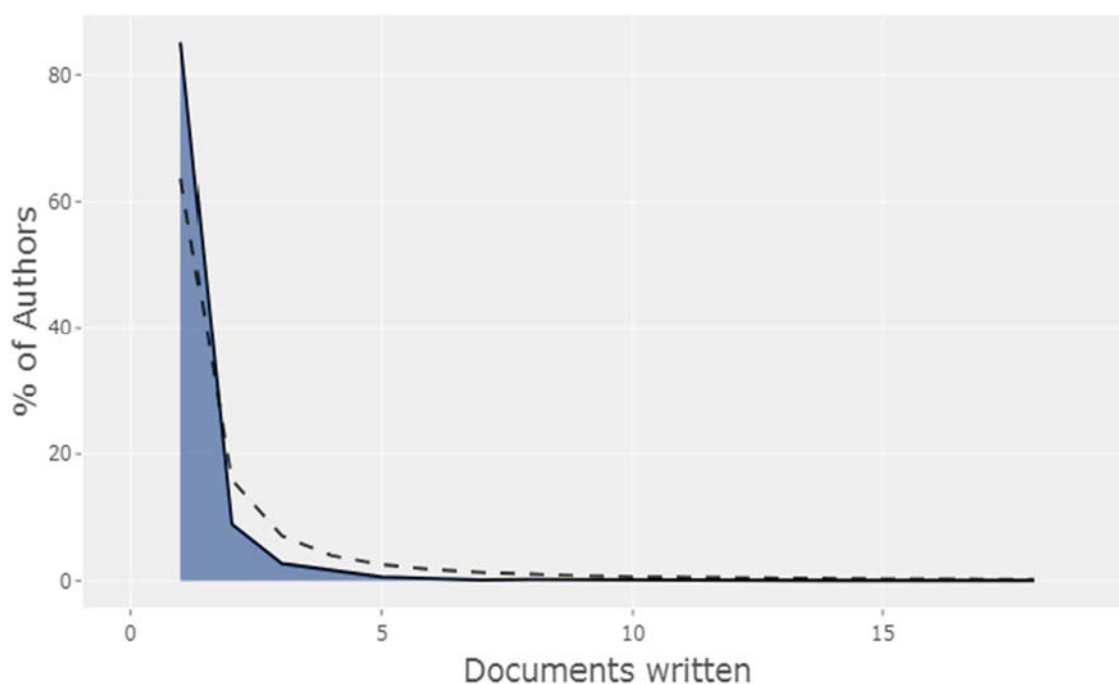
Quadro 4 – Frequência da distribuição da produtividade científica

Documentos publicados	N. of autores	% proporcional de autores
1	1706	85,1
2	178	8,9
3	54	2,7
4	29	1,6
5	12	0,6
6	7	0,4
7	1	0,1
8	4	0,2
9	2	0,1
10	2	0,1
11	1	0,1
14	1	0,1
18	1	0,1
22	1	0,1
Total	1999	100,0

Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao analisarmos o conjunto de dados sobre produtividade (Gráfico 2), podem inferir que a Lei do Elitismo de Price não performa na área de História das Ciências no Brasil, pois a referida lei preconiza que a raiz quadrada dos autores representaria a elite de um determinado campo, assim como seria responsável por metade de todas as contribuições. O número total de autores citantes é $n=1999$, para um número total de 1.055 documentos.

Gráfico 2 - Frequência da distribuição da produtividade científica



Fonte: Elaborado pelo autor.

Aplicando o preceito da lei, temos: $\sqrt{1999} = 44,71$ autores. Optamos pelo arredondamento para 45 autores. Porém, ao examinarmos o quadro de produtividade, verificamos que ainda faltariam 16 autores com 4 documentos produzidos a ingressar na Elite. Incluímos os 16 autores, perfazendo uma elite com 61 autores, com uma produtividade de 4 artigos ou mais. Essa Elite é responsável por 360 artigos, ou 34,12% do total de 1055 artigos. Para que a Lei do Elitismo ficasse comprovada no campo da História das Ciências no Brasil seriam necessários que a Elite produzisse mais 168 artigos, o que chegaria aos 50% preconizados na Lei. Desse modo fica

comprovado que a Lei do Elitismo não performa no campo, portanto o conjunto da elite pode ser considerada pouco produtiva.

Ainda sobre a elite dos autores citantes em História das Ciências no Brasil (Quadro 5), podemos verificar que em comparação com a Frente de Pesquisa (autores citados), temos 33 autores que integram as duas listas, com destaque para os vinte primeiros ranqueados, todos também presentes na Frente de pesquisa.

Quadro 5 - Elite de autores citantes

Autores	Artigos	País	Instituição	Área de Formação	Gênero
CARNIELLI, Walter Alexandre	22	Brasil	UNICAMP	Matemática	M
CONIGLIO, Marcelo Esteban	18	Argentina	UNICAMP	Matemática	M
WAISSE, Silvia	14	Argentina	PUC-SP	Medicina	F
PORTO, Paulo Alves	11	Brasil	USP	Química	M
DIAS, Penha Maria Cardoso.	10	Brasil	UFRJ	Física	F
SILVA, Cibelle Celestino	10	Brasil	USP	Física	F
FILGUEIRAS, Carlos A.L.	9	Brasil	UFRJ	Química	M
GUERRA A	9	Brasil	CEFET-RJ	Física	F
ALFONSO-GOLDFARB, Ana M.	8	Brasil	PUCSP	Física	F
BRAGA, Marco	8	Brasil	CEFET-RJ	Física	M
FERRAZ, Marcia Helena M.	8	Brasil	PUC-SP	Química	F
FREIRE JR, Olival	8	Brasil	UFBA	Física	M
VARELA, Alex Gonçalves	7	Brasil	UERJ	História	M
BONAMIN, Leoni V.	6	Brasil	Universidade Paulista (UNIP)	Medicina Veterinária	F
CRISPINO, Luiz Carlos B.	6	Brasil	UFPA	Física	M
EL HANI, Charbel Niño	6	Brasil	UFBA	Biologia/Educação	M
LOPES, Maria Margaret	6	Brasil	USP	Geologia	F
PIETROCOLA, Maurício	6	Brasil	USP	Física/ Educação	M
SANJAD, Nelson	6	Brasil	Fiocruz/ Museu Paraense Emílio Goeldi	Comunicação	M
TEIXEIRA, Luiz Antonio	6	Brasil	Fiocruz	História	M
BOCCARDI, Emiliano	5	Itália	UFBA	Filosofia	M
CAPONI, Gustavo	5	Argentina	UFSC	Filosofia	M
CHIAPPIN, José Raymundo N.	5	Brasil	USP	Física	M
SILVA André Felipe C. da	5	Brasil	Fiocruz	História	M
SILVA, Marcia Regina B.	5	Brasil	USP	História	F
LUNA, Fernando J.	5	Brasil	UENF	Química	M
MOURA, Breno Arsioli	5	Brasil	UFABC	Física	M
PATACA, Ermelinda Moutinho	5	Brasil	USP	Química	F
PERON, Newton M.	5	Brasil	UFFS	Filosofia	M
PULCINI, Gabriele	5	Itália	UNICAMP	Filosofia	M
REIS, José Claudio	5	Brasil	UERJ	Física	M

SÁ, Magali Romero	5	Brasil	Fiocruz	Biologia	F
BAIARDI, Amilcar	4	Brasil	UCSAL Bahia	Agronomia	M
BARNOSKY, Anthony David	4	EUA	UCLA Berkeley	Geologia	M
BENCHIMOL, Jaime Larry	4	Brasil	Fiocruz	História	M
CEARRETA, Alejandro	4	Espanha	Universidad de Pais Vasco	Geologia	M
SILVA, Ana Paula Bispo da.	4	Brasil	UEPB	Física	F
MARTINS, Roberto de Andrade	4	Brasil	UNIFESP	Física	M
SANTOS, Christian Fausto M.	4	Brasil	UE Maringá	História	M
GOMES, Ana Carolina Vimieiro	4	Brasil	UFMG	Educação Física	F
KLEISNER, Karel	4	Rep. Tcheca	Charles University	Filosofia	M
KROPF, Simone Petraglia	4	Brasil	Fiocruz	Sociologia	F
LEINFELDER, Reinhold	4	Alemanha	Univ. Berim	Geologia	M
MCNEILL, J. R.	4	EUA	Georgetown University	História	M
ORESQUES, Naomi	4	EUA	Harvard University	História	F
PASTOR-VALERO, Maria	4	Espanha	UNIVERSITAS Miguel Hernández	Medicina	F
PEDUZZI, Luiz O. Q.	4	Brasil	UFSC	Física	M
PESSOA JR, Osvaldo	4	Brasil	USP	Física	M
PIAZZA, Marco	4	Italia	Univ. Roma	Filosofia	M
PINTO DE OLIVEIRA, JC	4	Brasil	UNICAMP	Filosofia	M
PORTO, Cristiane Magalhães	4	Brasil	Universidade Tiradentes	Letras	F
SANTOS, Ricardo Ventura	4	Brasil	Fiocruz	Biologia	M
STEFFEN, Will	4	EUA	Australian National University	Química	M
VALENTOVA, Jaroslava Varella	4	Rep. Tcheca	USP	Psicologia	F
VARELLA Marco A. Correia	4	Brasil	USP	Psicologia	M
VELHO, Lea	4	Brasil	UNICAMP	Agronomia	F
VIDAS D	4	Noruega	The Fridtjof Nansen Institute	Direito	M
WAGREICH, Michael	4	Austria	Univ. Viena	Geologia	M
WATERS, Colin N.	4	UK	Univ. Leicester	Geologia	M
WOLFE, Alexander P.	4	Canadá	Univ. Winnipeg	Geologia	M
ZALASIEWICZ, Jan	4	UK	University of Leicester	Geologia	M

Fonte: Elaborada pelo autor

A observação e o cruzamento dos dados da frente de pesquisa e da elite de autores, também nos permite inferir que os resultados confirmam o Efeito Mateus²²³, observado por Robert Merton²²⁴, em 1968. Expressão para representar o fenômeno social existente na ciência e presente nas comunidades científicas.

O enunciado que representa esse fenômeno foi retirado da passagem bíblica do evangelho de Mateus (25, 29) que diz: “Porque a todo o que tem, dar-se-lhe-á, e

²²³ Grifo do autor.

²²⁴ MERTON, R. K. **La sociología de la ciencia**. Madrid: Alianza editorial, 1968.

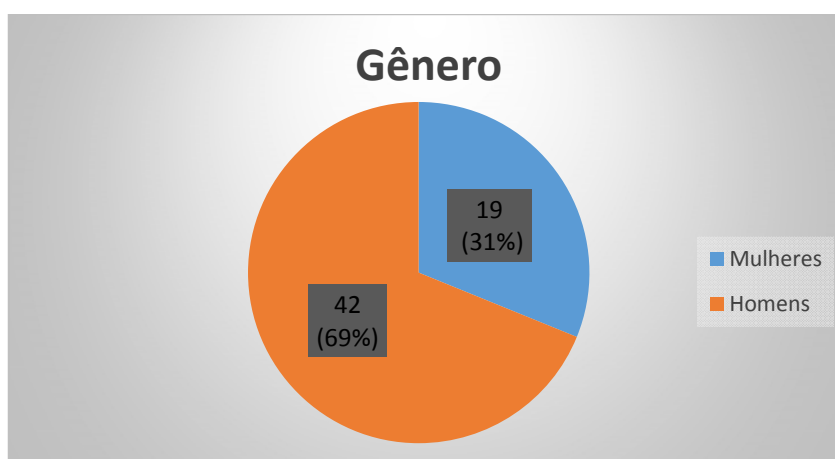
terá em abundância; mas ao que não tem, até aquilo que tem ser-lhe-á tirado”. Quando aplicado à ciência explica a tendência de pesquisadores com mais crédito científico receber mais reconhecimento e recursos para suas atividades acadêmicas, enquanto que os pesquisadores pouco conhecidos recebem pouco ou nenhum reconhecimento por suas atividades.

Para Vlachy²²⁵ é evidente que uma vez que um cientista atinge alta visibilidade profissional, sua oportunidade de publicar novos trabalhos será melhor do que daqueles colegas que ainda não estabeleceram essa visibilidade ou reputação, significando que altas taxas de publicação se correlacionam fortemente com reconhecimento, com citações e distinções científicas. Em nossa amostra fica evidenciado o efeito, pois temos 33 autores profícuos (elite), entre os mais citados (frente de pesquisa).

5.2.1 Análise da Elite de Pesquisadores por gênero

Ao analisarmos os dados de gênero da elite de pesquisa, temos um aumento da participação feminina na produção de artigos e revisões. São 19 autoras ou 31% da Elite, enquanto elas são 18,30% da frente de pesquisa.

Gráfico 3 – Distribuição de autorias (citantes) por gênero



Fonte: elaborado pelo autor

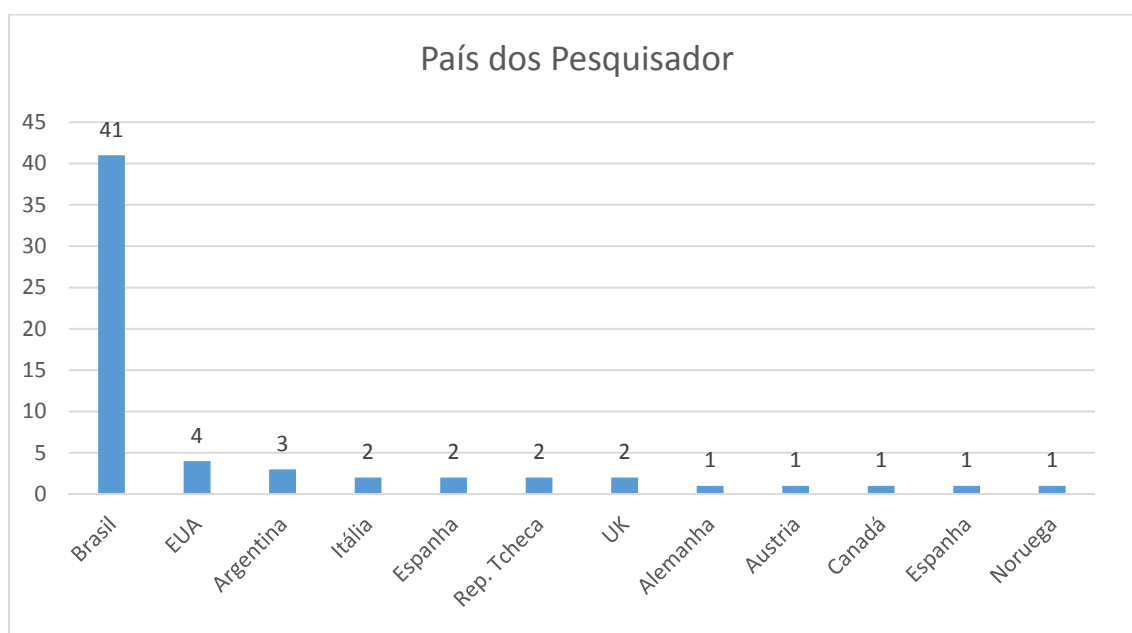
²²⁵ VLACHY, Jan. *Physics journal in retrospect and comparisons*. **Czechoslovak journal of physics**, v. B20, p. 501-526, 1970.

Porém, ainda muito distante do considerado ideal, visto que segundo a pesquisa "A Snapshot of the Status of Women in Brazil: 2019"²²⁶, editado pelo Wilson Center Brazil Institute, sediado em Washington (EUA), as mulheres são 54% dos estudantes de doutorado no Brasil.

Referindo-se ainda segundo à produtividade, um artigo publicado na *Nature Magazine*²²⁷ descobriu que as mulheres eram responsáveis por quase 70% do total de publicações de cientistas brasileiros entre 2008 e 2012, um dos maiores índices do mundo.

5.2.2 Análise por países de origem dos pesquisadores da elite

Gráfico 4 - Países de origem dos pesquisadores



Fonte: elaborado pelo autor

Quanto à nacionalidade dos pesquisadores da elite, o Brasil domina amplamente, como já era esperado. Os pesquisadores brasileiros representam 67,21% da elite, ou 41 pesquisadores.

A produção de investigadores brasileiros é de 253 artigos, ou seja, 70,28% do total de artigos da elite.

²²⁶ *A Snapshot of the Status of Women in Brazil: 2019*. Edited by Anna Prusa and Lara Picanço: Washington, D,C, 2019.

²²⁷ LARIVIÈRE, Vincent, *et al.*, *Bibliometrics: Global Gender Disparities in Science*, *Nature*, December 11, 2013, <https://www.nature.com/news/bibliometrics-global-gender-disparities-in-science-1.14321>.

Importante constatação é a dominância das instituições do estado de São Paulo na elite. São 20 pesquisadores ligados a instituições paulistas. A USP lidera com 10 pesquisadores, seguido por UNICAMP (4), PUC-SP (3), UFABC (1), UNIFESP (1), UNIP (1). O Rio de Janeiro é o segundo estado com mais pesquisadores (13) na elite, sendo a Fiocruz a líder com 6 pesquisadores, seguida por CEFET-RJ (2), UERJ (2), UFRJ (2) e UENF (1). Minas Gerais tem na educadora física Ana Carolina Vimiero Gomes da UFMG, sua única representante na elite. A região sudeste tem ao total 34 pesquisadores, dominando a elite e evidenciando que a pesquisa em História das Ciências é realizada mais notadamente no eixo Rio-SP. O eixo Norte-Nordeste tem 6 pesquisadores, com destaque para a UFBA com 3 pesquisadores e a região Sul tem 4 pesquisadores, com destaque para UFSC com 2 pesquisadores.

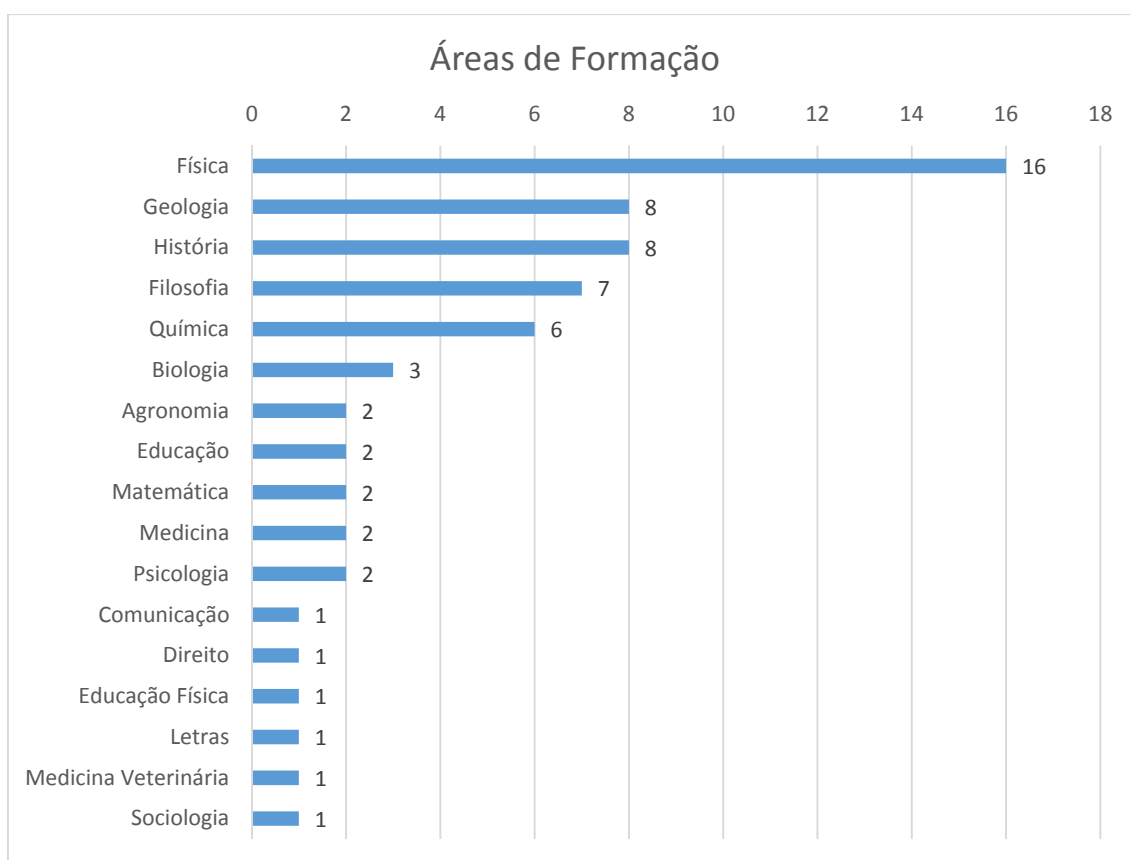
A elite nos permite observar também a vinculação de investigadores estrangeiros. Os três argentinos, Marcelo Coniglio, Silvia Waisse e Gustavo Caponi têm vinculação com instituições brasileiras, assim com o filósofo italiano Gabriele Pulcini e a psicóloga tcheca Jaroslava Varella Valentova.

Norte-americanos, canadenses e europeus contam com 17 investigadores na elite. Instituições americanas tradicionais com a Harvard University, Georgetown University e a UCLA Berkeley tiveram representantes na elite, enquanto as europeias Universidade de Roma, Universidade de Leicester, Universidade de Berlim e Universidade de Viena estão representadas. Não tivemos investigadores africanos e asiáticos na amostra.

5.2.3. Análise da área de formação dos pesquisadores da elite

Quanto as áreas de formação (Gráfico 5), temos de novo, um predomínio de pesquisadores da Física, como aconteceu na Frente de Pesquisa, demonstrando a força da área fundadora da História da Ciência no Brasil. As áreas de História e Filosofia ganham destaque para reforçar ainda mais a natureza interdisciplinar na História das Ciências, como demonstrada na frente de pesquisa.

Gráfico 5 - Área de formação dos autores



Fonte: Elaborada pelo autor

Cabe ressaltar que a representação dos pesquisadores da História e da Filosofia nesta pesquisa, confirmam o interesse e a relação interdisciplinar existente entre as consideradas ciências exatas e humanas no domínio de história da ciência.

Diante desses resultados, passamos às considerações finais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em conta as novas abordagens da História das Ciências no Brasil, incluindo a realização de disciplinas; leitura de artigos, dissertações e teses e participação de eventos, suscitou a motivação pela investigação, visando identificar os autores mais citados na área.

A questão da tese foi elaborada estimulada pela fusão entre a História das Ciências no Brasil sendo analisada a partir de preceitos da Ciência da Informação, portanto, a investigação comprovou que foi possível identificar a Frente de Pesquisa com os demais desdobramentos propostos na delimitação temporal entre o período de 1977 e 2020 na base de dados *Scopus*. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi atestado por meio da aplicação da Lei de Lotka/Price, através da testagem dos princípios da Lei.

Para uma melhor contextualização do tema, foram apresentados estudos sobre a História da Ciência e a História das Ciências no Brasil, destacando seus autores e suas respectivas realizações. Assim, foi possível conhecer a atuação de alguns dos autores que seriam, provavelmente, identificados na construção da Frente de Pesquisa e em seus demais resultados.

Na esteira desses estudos históricos, foram introduzidos os conceitos balizares das análises métricas de informação, para subsidiar a ilustração dos resultados. Diante da aplicação das leis bibliométricas, foram identificadas tanto a Frente de Pesquisa quanto a Elite da Pesquisa.

Em relação à identificação da Frente de Pesquisa (autores citados), foram realizados estudos complementares com indicadores de gênero, países e área de formação dos autores. De forma complementar, a aplicação da Lei de Lotka, chegou-se à produtividade dos autores e, de posse desses resultados, adotou-se a Lei do Elitismo de Price para a constituição de Elite da Pesquisa.

Diante desses resultados, foi identificado que, segundo os preceitos da Lei do Elitismo de Price, o grupo de Elite não performou os 50% de produção intelectual bibliográfica, pois alcançou a marca de apenas 34,12% da produtividade dos autores.

Conforme exposto, identificamos que o resultado da produtividade da Elite não alcançou a marca prevista pela Lei do Elitismo de Price. Constatamos, assim, a coerência do resultado, pois trata-se de uma pujante, porém, recente área do

conhecimento - a História das Ciências no Brasil, que tende a se expandir para analisar as práticas científicas, no viés social, em nosso país que tem apenas 521 anos. Este pode ser um dos motivos pelos quais, o resultado da produtividade da Elite não alcançou a marca prevista. Outra possibilidade é uma característica intrínseca da própria área, pois como já demonstrado por Urbizagastegui apenas algumas poucas áreas atingem a marca de 50% de produtividade da elite.

Além dos resultados, durante as discussões e para nossa surpresa, identificou-se na Elite da Pesquisa da área de História das Ciências do Brasil, o chamado Efeito Matheus, reforçado pela presença de trinta e três autores tanto na lista de mais produtivos quanto na lista de mais citados. Em virtude de diversos fatores sociais, os autores mais produtivos tendem a ser ainda mais produtivos no decorrer do tempo; contudo os autores menos produtivos mostram uma tendência a declinar a produtividade. Nesse sentido, a distribuição da produtividade dos cientistas seria altamente elitista, com uma pequena proporção da totalidade da comunidade científica produzindo a maioria das contribuições.

Esta pesquisa se propôs a observar apenas dois aspectos dos estudos métricos, analisando especificamente a produtividade dos autores (os citantes e os citados); entretanto, poderá suscitar investigações futuras para dar continuidade a caracterização da área de História das Ciências no Brasil.

REFERÊNCIAS

- A Snapshot of the Status of Women in Brazil: 2019**. Edited by Anna Prusa and Lara Picanço: Washington, D.C, 2019.
- ABRANTES, P. “Ciência, epistemologia e história em Pierre Duhem”. **Leopoldianvm** 16 (46), 33-46, 1989.
- ACOT, Pascal **História das ciências**. Lisboa : Edições 70, 2001.
- AMARANTE, C. Professores/pesquisadores da Pós-Graduação em Botânica no Brasil: análise métricas de produtividade. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, João Pessoa, v. 4, n. 1, 2011.
- ARAUJO, C. A. Bibliometria: evolucao historica e questoes atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v.12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006. Disponível em: <http://revistas.univerciencia.org/index.php/revistaemquestao/article/viewFile/3707/3495>. Acesso em: 07/03/2020.
- ASTRÖM, F. Changes in the LIS research front: time-sliced cocitation analyses of LISjournal articles, 1990–2004. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 58, n. 7, p. 947-957, 2007.
- BAILÓN-MORENO, R; JURADO-ALAMEDA, E. RUIZ-BAÑOS, R; COURTIAL, J. P. Bibliometric laws: empirical flaws of fit. **Scientometrics**, v. 63, n. 2, p. 209-229, 2005.
- BARBOSA, Luiz Hildebrando de Barros Horta. **História da ciência**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação, 1963
- BOMENY, R. H. D. Estudo bibliométrico aplicado ao arquivo privado de Getúlio Vargas. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 37-42, 1978.
- BOUSTANY, Joumana. **La production des imprimés non-périodiques au Liban de 1733 à 1920: étude bibliométrique**. 1997. Tese (Doutorado em Sciences de l'Information et de la Communication) – Université Michel de Montaigne – Bordeaux III, Bordeaux. 1997.
- BRADFORD, S. C. **Documentação**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

BRAGA, G. M. Relações Bibliométricas Entre a Frente de Pesquisa (Research Front) e Revisões da Literatura: Estudo Aplicado a Ciência da Informação. **Ciência da Informação**, v. 2, n. 1, 1973.

BRAGA, Gilda Maria. Informação, Ciência, Política Científica: o pensamento de Derek de Solla Price. **Ci. Inf.**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 155-177, 1974.

BUFREM, L. S.; PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 2, 14 mar. 2006.

CALLON, M.; COURTIAL, J. P.; PENAN, H. **Cienciometría: la medición de la actividad científica - de la bibliometría a la vigilancia tecnológica**. Gijón : Trea, 1995. 110 p.

CAMENIETZKI, Carlos Ziller "Nos céus do Brasil. Estudos sobre cometas feitos por jesuíta na Bahia colonial chamaram a atenção de Isaac Newton". **Nossa História**, ano 1, nº 1, 30-34. Novembro de 2003.

Candido, Marcia Rangel; Daflon, Verônica Toste. Hebe Vessuri: antropóloga e especialista em estudos sociais sobre a ciência na América Latina. **Dossiê Especial Cadernos de Estudos Sociais e Políticos: Clássicas**, V.6, n.11 (2017).

CANGUILHEM, G. **Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie**. Frankfurt: Suhrkamp, 1979.

CARNIELLI, Walter A.; EPSTEIN, Richard L.. **Computabilidade, funções computáveis, lógica e os fundamentos da Matemática**. 2. ed., rev. -. São Paulo: Ed. UNESP, 2009.

CARVALHO, A. **Desenvolvimento da Genética em São Paulo nos últimos 20 anos**. In. Ensaios Paulistas. São Paulo: Anhembi, 1958.

CARVALHO, José Murilo de. **A Escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória**. Rio de Janeiro: FINEP, 1978.

CARVALHO, José Murilo de. **A Escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória**. São Paulo: Nacional ; [Rio de Janeiro] : Finep, 1978.

CARVALHO, M. L. B. Estudos de citações da literatura produzida pelos professores do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1/2, p. 27-42, 1976.

CARVALHO, M. M. Análises bibliométricas da literatura de Química no Brasil. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 119-141, 1975.

CHRISTOVÃO, H. T. Da comunicação informal a comunicação formal: identificação da frente de pesquisa através de filtros de qualidade. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 3-36, 1979.

CUPANI, Alberto. Por que ainda Thomas Kuhn? In: CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão; PENNAFORTE, Marcelo do Amaral. Thomas Kuhn: **A Estrutura das Revoluções Científicas [50 anos]**. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013. Cap. 1. p. 13-19.

DANTAS, Regina. A participação do Museu Nacional na Exposição Universal Internacional de Paris em 1889. Rio de Janeiro: 2012. **Tese**. (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DANTES, As Ciências na História Brasileira. **Cienc.Cult.** vol.57 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2005.

DANTES, M. A. M. Recordações sobre o processo de constituição da história das ciências no Brasil. **Revista Maracanan**, v. 13, p. 158-163, 2015.

DANTES, Maria Amélia M. 2001 **As instituições imperiais na historiografia das ciências no Brasil**. In: Heizer, Alda; Videira, Antonio A.P. (Org.). *Ciência, civilização no império nos trópicos*. Rio de Janeiro: Acess. p.225-234.

DANTES, Maria Amélia Mascarenhas. **Sobre a medicina de Paracelso**. São Paulo, Tese de doutorado: Departamento de História (USP), 1972.

DANTES, Maria Amélia. As Ciências na História Brasileira. **Cienc. Cult.** vol.57 no.1 São Paulo Jan./Mar. 2005.

DANTES, Maria Amélia. História da Ciência no Brasil – Perspectivas. In: Livro de Anais do Congresso *Scientiarum Historia IV*, organizado pelo Programa de Pós-graduação

em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia/HCTE da Universidade Federal do Rio de Janeiro/RJ. Rio de Janeiro: Stamp, 2011, p. 35-41.

DANTES, Maria Amélia. Fases da implementação da ciência no Brasil. **Quipu**, v. 5, n. 2, mai.-ago.1988, p. 267.

DROTT, M.C. Bradford's law: theory, empirism and the gaps between. **Library Trends**. Summer 1981.

Edgar Zilsel: **The Social Origins of Modern Science**. Diderick Raven, Wolfgang Krohn and Robert S. Cohen (eds) Boston Studies in the Philosophy of Science, 200. Dordrecht, Boston and London: Kluwer Academic Publishers, 2000.

EDLER, Flávio Coelho. **A Medicina no Brasil Imperial: clima, parasitas e patologia tropical**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2012.

EGGHE, L.; ROUSSEAU, R. **Introduction to informetrics: quantitative methods in library, documentation and Information Science**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990.

EGGHE, L.; ROUSSEAU, R. **Introduction to informetrics: quantitative methods in library, documentation and Information Science**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990.

FERREIRA, R. C. As Origens da Atividade Científica no Brasil. **Ciência e Cultura** (SBPC), v. 30, p. 1301, 1978

FIGUEIREDO, Nice. **Tópicos modernos em Bibliometria**. Brasília: Associação dos Bibliotecários do Distrito Federal, 1977.

FIGUEIRÔA, S. Mundialização das Ciências e Respostas Locais: sobre a institucionalização das Ciências Naturais no Brasil (de fins do século XVIII à transição ao século XX). **Asclepio**, vol. L-2, p. 107-123, 1998

FIGUEIRÔA, Silvia F. M. Instituições científicas e formas de institucionalização do saber: uma contribuição a partir da ótica da História das Ciências. **Terra Brasilis**, n.2, p. 117-125, jul. / dez. 2000.

FINOCCHIARO, Maurice A. "The Uses of History in the Interpretation of Science." *The Review of Metaphysics*, September 1977: 93-107. **Newsletter on Science, Technology & Human Values**. 1978;3(1):56-56.

FONSECA, E. N. Bibliografia estatística e bibliometria: uma reivindicação de prioridades. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 2, n.1, p. 5-7, 1973.

Foucault, Michel. **As palavras e as coisas**. 6. ed. -. São Paulo: Martins Fontes, 1992.

GARCIA, João Carlos Vitor. **Ciência e Interesse Nacional: O Almirante Álvaro Alberto Motta da Silva e a política científica e tecnológica brasileira de 1945 a 1955**. São Paulo, Tese de doutorado: Departamento de História (USP) 1998.

GARCIA, Rodolfo. "**História das explorações científicas**". In Dicionário Histórico, Geográfico e Etnográfico do Brasil. Introdução Geral. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 1922.

GARFIELD, E. Research fronts. **Current Contents**, v. 41, p. 3-7, 1994.

GAVROGLU, Kostas. **O passado das ciências como história**. Porto: Porto Editora, 2007

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOFFMAN, W. & WARREN, K.S. Dispersion for papers among journals based on a mathematical analysis of two diverse medical literatures. **Nature**, 221(578): 1205-207, Mar. 1969.

GOMES, Maria Yêda Falcão Soares de Figueiras. Tendências atuais da produção científica em Biblioteconomia e Ciência da Informação no Brasil. **DataGramZero: Revista de Ciência da Informação**, v.7, n.3, jun. 2006. Disponível em: www.dgz.org.br. Acesso em: 07/08/2020.

GOUVEIA, F. C. Altmetria: métricas de produção científica para além das citações. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 214-227, maio. 2013.

GRÁCIO, Maria Cláudia Cabrini. **Análises relacionais de citação para a identificação de domínios científicos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2020.

GUALTIERI, Regina Cândida Ellero. **Evolucionismo no Brasil. Ciência e Educação nos Museus. 1870-1915.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

GUEDES, V. L. da S. **Nominalizações deverbais em artigos científicos:** uma contribuição para a análise e a indexação temática da informação, 2010. ... f. Tese (Doutorado em Linguística) – Faculdade de Letras, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

GUEDES, V. L. da S.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 6., 2005, Salvador. **Anais eletrônicos.** Salvador: ICI/UFBA, 2005. Disponível em: http://www.cinform.ufba.br/vi_anais/trabalhos.htm Acesso em: 26/03/2020.

GUEDES, Vânia Lisbôa da Silveira.. A bibliometria e a gestão da informação e do conhecimento científico e tecnológico: uma revisão da literatura. **Ponto de acesso**, v.6, n.2, 2012.

GUIMARÃES, V. A. L.; HAYASHI, M. C. P. I.; BENZE, B. G. Estratégias metodológicas da pesquisa sobre comunicação científica no campo dos Estudos Sociais da Ciência. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade**, v.2, p. 120–134, 2012.

GUSMÃO, H. R. Análise da literatura brasileira de Siderurgia. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 25-35, 1978.

HALL, Alfred Rupert. **The Cambridge Philosophical Society: a history, 1819-1969.** Cambridge: Scientific Periodical Library, 1969.

HSIAO, C.-H., K.-Y. TANG, and J. S. LIU. Citation-based analysis of literature: A case study of technology acceptance research. **Scientometrics** 105:2, 2015.

HUANG, M.-H., and C.-P. CHANG. Detecting research fronts in OLED field using bibliographic coupling with sliding window. **Scientometrics** 98:1721–44, 2014.

JARDINE, N. Koyré's Kepler/Kepler's Koyré. **History of Science**. 2000;38(4):363-376.

KRAGH, Helge. **Introdução à historiografia da ciência.** Porto: Editora Porto, 2001

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.

KUHN, Thomas S. **As estruturas das revoluções científicas**. Rio de Janeiro: Perspectiva, 13 ed., 2017.

LARIVIÈRE, V. *et al.*, "Bibliometrics: Global Gender Disparities in Science," **Nature**, December 11, 2013.

LEITÃO, Cândido de Mello. **A biologia no Brasil**. São Paulo: Cia. Ed. Nacional, 1937. (Coleção Brasileira, 99).

Leite Vieira, Cásio. «**Há 50 anos, o físico norte-irlandês John Bell (1928-90) chegou a um resultado que demonstra a natureza "fantasmagórica" da realidade no mundo atômico e subatômico.**». Site Folha de S.Paulo. Consultado em 1 de dezembro de 2020.

LEITE, F. **Um estudo sobre a filosofia da história e sobre a historiografia da ciência de Pierre Duhem**. São Paulo. 460 p. Tese de doutorado em Filosofia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2012

LENT, Herman. **O massacre de Manguinhos**. Rio de Janeiro: Fiocruz, Rio de Janeiro, Edições Livres, 2019.

LEONARDOS, Othon Henry, 1899-1977. **Geociências no Brasil: a contribuição britânica**. Rio de Janeiro: Forum, 1970.

LEONARDOS, Othon Henry, 1899-1977. **Geociências no Brasil: a contribuição germânica**. Rio de Janeiro: Forum, 1973.

LETA, Jacqueline. As mulheres na ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso. **Estud. av.** vol.17, no.,49, São Paulo Sept./Dec. 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142003000300016. Acesso em: dezembro/2020.

LIMA, Regina Célia Montenegro de. Bibliometria: análise quantitativa da literatura como instrumento de administração em sistemas de informação. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 15, n. 2, p.127-133, jul./dez. 1986.

LOPES, Maria Margaret Lopes. **O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as ciências naturais no século XIX**. São Paulo: Ed. HUCITEC, 1997

LOPES, Maria Margaret. **O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as ciências naturais no século XIX**. 2a Ed. São Paulo: Editora Hucitec/Editora UnB; 2009. 369p.

LOPES, Octacílio de Carvalho. **A medicina no tempo**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1970.

LUCIE, Pierre. **A gênese do método científico**. 2. ed. Rio de Janeiro : Campus, 1978.

MACHADO, Raymundo das Neves. **Estrutura intelectual da literatura científica do Brasil e outros países dos BRICS: uma análise de cocitação de periódicos na área de célula-tronco**. 2015. 364f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, Rio de Janeiro, 2015.

MAIA, Maria José da Fonseca. **A unicidade da lei de Bradford**. 1980. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Curso de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade de Brasília, Brasília, 1980.

MARQUES, A. CBPF: 21 anos de trabalhos científicos. **Ciência e Sociedade**, 2(1), 1973

MARTYN, J.; LANCASTER, F. W. **Investigative methods in library and information science**. Arlington: Information resources Press, 1981.

MEADOWS, A. J.; O'CONNOR, J. G. Biographical Statistics as a Guide to Growth Points in Science. **Science Studies**, v. 1, n 1, jan., p. 95-99, 1970.

MEDAWAR, P. B. (Peter Brian). **Os limites da ciência**. São Paulo: Editora UNESP, 2008

MERTON, R. K. **La sociología de la ciencia**. Madrid: Alianza editorial, 1968.

Merton, Robert K. "The Matthew Effect in Science." **Science**, vol. 159, no. 3810, 1968, pp. 56–63. JSTOR, www.jstor.org/stable/1723414. Acesso em 22 Abr. 2020.

MERTON, Robert King et al. **Ensaio de sociologia da ciência**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia, 2013.

MORELLI, E. Centro de lógica, epistemologia e história da ciência. **Ágora**, n. 3, p. 78-79, 1988. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/12156>>. Acesso em: 08 jan. 2020.

MORRIS, S.A.; YEN, G.; WU, Z.; ASNAKE, B. Time line visualization of research fronts. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 54, p. 413-422, 2003.

MOTOYAMA, S. História da ciência no Brasil. Apontamentos para uma análise crítica. **Quipu**, México, vol. 5, n.2, 1988, p. 167-189

MOTOYAMA, Shozo e FERRI, Mário (orgs.), **História das Ciências no Brasil**, 3 vols. São Paulo: Edusp, 1979-1980

MOTOYAMA, Shozo. Galileo Galilei: **um estudo sobre a lógica do desenvolvimento científico**. São Paulo, Tese de doutorado: Departamento de História (USP), 1971.

MUELLER, Suzana P. M. O Círculo vicioso que prende os periódicos nacionais **DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação**, n. 0, dez/99. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/985>. Acesso: 02 Mar.2020.

MUGNAINI, Rogério; CARVALHO, Telma; CAMPANATTI-OSTIZ, Heliane. **Indicadores de produção científica: uma discussão conceitual**. In: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da. Comunicação & produção científica: contexto, indicadores e avaliação. São Paulo: Angellara, 2006. p.313-340

NARIN, F. **Evaluative Bibliometrics: the use of publications and citation analysis in the evaluation of scientific activity**. Cherry Hill: Computer Horizons, 1976. E-book.

NASCIMENTO, A. G. do. **Almetria para bibliotecários: guia prático de métricas alternativas para avaliação da produção científica**. São Paulo: Scortecci, 2017.

NAVA, Pedro. **Capítulos da História da Medicina no Brasil**. Cotia: Ateliê Editorial, 2003

NORONHA, Dayse Pires; MARICATO, João de Melo. Estudos Métricos da Informação : primeiras aproximações. **Enc. Bibli: Rev. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.**, Florianópolis, n. esp., 2008.

OKUBO, Y. Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples. Paris: OECD Publishing, 1997. **Science, Technology and Industry Working Papers**, 1997/01.

OLIVEIRA, Ely Francina Tannuri de; GRACIO, Maria Cláudia Cabrini. Indicadores bibliométricos em ciência da informação: análise dos pesquisadores mais produtivos no tema estudos métricos na base Scopus. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [S.l.], v. 16, n. 4, p. 16-28, out. 2011. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/1299>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

OSADA, J. **Evolução das ideias da física**. São Paulo: Edgard Blücher, 1972.

PAO, Miranda Lee. Automatic text analysis based on transition phenomena of word. **Journal of American Society for Information Science**, v.29, n.3, p 122, may, 1978.

PAO, Miranda Lee. Global and local collaborators: a study of scientific collaboration. **Information processing & management**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 99-109, 1992.

PEDERSEN, Olaf. **Matematik og naturbeskrivelse i oldtiden**. Copenhage: Akademisk Forlag, 1975. p.8.

PERSSON, O. The intellectual base and research fronts of JASIS (1986-1990). **Journal of the American Society for Information Science**, v. 45, n. 1, p. 31-38, 1994.

PESTRE, Dominique. Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens, **Cadernos IG-Unicamp**, Campinas,

Vol. 6, nº 1, 1996, 3-56 (trad. de artigo publicado nos *Annales ESC*, vol. 50, nº 3, mai-jun 1995).

PINHEIRO, L. V. R. Lei de Bradford: uma reformulação conceitual, **Ciência da Informação**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 59-80, jul./dez. 1983.

Pinheiro, L. V. R. Lei de Bradford: uma reformulação conceitual. **Ciência da Informação**, v. 12, n. 2, 1983.

PINHEIRO, Lena Vania R. **Lei de Bradford**: uma reformulação conceitual. 1982. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Curso de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 1982.

PRADO, Antônio de Almeida. **Quatro Séculos de Medicina em São Paulo**. São Paulo: Anhembi, 1958.

PRICE, D. J. de S. Networks of scientific papers. **Science**, v. 149, n. 3683, p. 510-515, jul. 1965.

PRICE, D. J. de S. **O desenvolvimento da ciência**. Rio de Janeiro: LTC, 1976.

PRICE, D. J. S. **A Ciência desde a Babilônia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1976. Tradução de Leonidas Hegenberg e Octany S. da Mota.

PRICE, D.S. A general theory of bibliometric and other cumulative advantage process. **JASIS**, 27: 292-306, Sept/Oct. 1976.

PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics. **Journal of Documentation**, v. 25, n. 4, p. 348-349, 1969.

QUEIROZ, S. S. Bibliografia brasileira de Botânica, 1971-1972. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 55-66, 1975.

RAVICHANDRA RAO, I. K. **Métodos quantitativos em biblioteconomia e ciência da informação**. Brasília : ABDF, 1986. 272 p.

RESTIVO, S. Joseph Needham (9 December 1900-24 March 1995). **Social Studies of Science**. 1996;26(1):7-8.

RESTREPO ARANGO, C.; URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, R. La productividad de los autores em la ciência de la información colombiana. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 9-22, 2010.

RODRIGUES, M. P. L. Citações nas dissertações de mestrado em Ciência da Informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 11, n. 1, p. 35-61, 1982.

ROSETTO, Marcia. **A competência em informação como fator de interação entre a história da ciência e a ciência da informação: estudo de caso no Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência**, CESIMA (PUC/SP). 2012. 254 f. Tese (Doutorado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012.

ROSSI, Paolo. **O nascimento da ciência moderna na Europa**; tradução de Antonio Angonese. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

ROSTAING, H. **La bibliométrie et ses techniques**. Toulouse: Sciences de la Société, 1996. 131p.

SÁ, E. S. Participação dos pesquisadores de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia (MIP) na literatura científica internacional. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1/2, p. 43-69, 1976.

SANTOS FILHO, Lycurgo de Castro. **História geral da medicina brasileira**. São Paulo: Hucitec; Ed, Universidade de São Paulo, 1977.

SANTOS, R. N. M.; KOBASHI, Nair Yumiko. Bibliometria, Cientometria, Infometria: conceitos e aplicações. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, 2009.

SARTON, G. **Introduction to the History of Science**. Baltimore: Williams and Wilkins, v. II, 1975.

SCHWARTZMANN, Simon. **Formação da comunidade científica no Brasil**. São Paulo: Comp. Ed. Nacional, 1979.

SCHWARTZMANN, Simon. **Formação da comunidade científica no Brasil**. Rio de Janeiro: FINEP; São Paulo : Ed. Nacional, 1979.

SENGUPTA, I. N. Bibliometrics, informetrics, scientometrics and librametrics: an overview. **Libri**, v. 42, n. 2, p. 75-98, 1992.

SENISE, Paschoal. **Origem do Instituto de Química da USP: reminiscências e comentários**. São Paulo: Instituto de Química da USP, 2006.

SHIBATA, N., et all. Early detection of innovations from citation networks. **Proceedings** of the 2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (pp. 54–58), Hong Kong, China, IEEE.

SILVA, André Luiz Silva da. Popper e Kuhn: **como reconhecer um conhecimento científico?** Disponível em: <https://www.infoescola.com/ciencias/popper-e-kuhn-como-reconhecer-um-conhecimento-cientifico>.

SILVA, D. V. O.; MAROLDI, A. M.; LIMA, L. F. M. Outliers na lei do elitismo. **Em Questão**, v. 20, n. 3, p. 43-60, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/8526>>. Acesso em: 1 mar. 2021.

SPINAK, E. **Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e informetría**. Montevideo, 1996.

SPINAK, E. **Diccionario enciclopédico de bibliometría, cienciometría e informetría**. Caracas: Unesco, 1996. 244 p.

SPINAK, E. Indicadores cienciométricos. *Ciência da Informação*, v. 27, n. 2, p. 141-148, 1998.

STEPAN, Nancy. **“A hora da eugenia”**: raça, gênero e nação na América Latina. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005.

STEPAN, Nancy. **Gênese e evolução da ciência brasileira. Oswaldo Cruz e a política de investigação científica e médica**. Rio de Janeiro: Artenova, 1976

STEPAN, Nancy. **Gênese e evolução da ciência brasileira**: Oswaldo Cruz e a política de investigação científica e médica. Rio de Janeiro: Artenova, 1976.

STOFFEL, Jean François. **Bibliographie d'Alexandre Koyré**. Firenze: Olschki, 2000

STORER, N. W. Introducción. In: **La Sociologia de la ciencia**, 1: investigaciones teóricas y empíricas . Madrid: Alianza Editorial, 1985, p. 13

STRELSKY, K.. "Bibliography of the Publications of George Sarton." *Isis* 48, no. 3 (1957): 336-50. Accessed March 20, 2021. <http://www.jstor.org/stable/226474>

TAGUE-SUTCLIFFE, J. An introduction to informetrics. **Information Processing & Management**, v. 28, n. 1, p. 1-3, 1992.

TATON, René. **Les origines de l'Académie royale des sciences**. Paris: Palais de la découverte, 1966.

THACRAY, A.; MERTON, R.K. On Discipline Building: The Paradoxes of George Sarton. *Isis*, Vol. 63, No. 4. (Dec., 1972), pp. 472-495

URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, R. A frente de pesquisa na literatura sobre a produtividade dos autores. **Encontros Bibli**, Florianópolis, v. 14, n. 28, p. 38-56, 2009.

URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, R.; LANE-URBIZAGÁSTEGUI, S. Productividad de los autores de literatura sobre plantas medicinales del Perú. **Revista ACB**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 235-253, 2007.

URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, Rubén. A lei de Lotka na bibliometria brasileira. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 14-20, maio/ago. 2002.

VAN RAAN, A. F. J. Measuring Science: capita selecta of current main issues. In: MOED, H. F.; GLÄNZEL, W.; SCHMOCH, U. (ed.). **Handbook of quantitative science and technology research: the use of publication and patent statistics in studies of S&T systems**. Nova York: Kluwer Academic Publishers, 2004.

VAN RAAN, A. F. J. Scientometrics: state-of-art. **Scientometrics**, v. 38, n. 1, p. 205-218, 1997.

VANTI, Nadia Aurora Peres. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**. 2002, vol.31, n.2, pp.369-379.

VERGARA, Moema de Rezende. Ciência e modernidade no Brasil: a constituição de duas vertentes historiográficas da ciência no século XX. **Revista da SBHC**, v. 2, n. 1, p. 22-31, jan./jun. 2004.

VICKERY, B.C. Bradford's law of scattering. **Journal of Documentation**, 4: 198-203, Dec. 1948.

VLACHY, Jan. Physics journal in retrospect and comparisons. **Czechoslovak journal of physics**, v. B20, p. 501-526, 1970.

WOLFRAM, D. Applying informetric characteristics of database to ir system file design. Part I: informetric models. **Information Processing & Management**, v. 28, n. 1, p. 121-133, 1992.

WOLFRAM, D. Applying informetric characteristics of database to ir system file design. Part II: simulation comparisons. **Information Processing & Management**, v. 28, n. 1, p. 135-151, 1992.

WORMELL, I. Informetria: explorando bases de dados como instrumentos de análise. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, 1998. Disponível em: <www.scielo.br/cgi-bin/fbpe/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

Fontes eletrônicas

<http://lattes.cnpq.br/1854091408825500>.

<http://lattes.cnpq.br/8046282601245273>.

<http://ppghcs.coc.fiocruz.br/index.php/br/docentes/103-corpo-docente/164-lorelai-brilhante-kury>

<http://www.bruno-latour.fr/biography.html>

http://www.bruno-latour.fr/books_and_edited_volumes.html

<http://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/pagina-pessoal-docente/?codigo=2879>

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-03/mulheres-assinam-72-dos-artigos-cientificos-publicados-pelo-brasil>

<https://bibliometrix.org/>

<https://doaj.org/>

<https://pkp.sfu.ca/ojs/>

<https://scielo.org/>

<https://www.adobe.com/br/>

https://www.sbhc.org.br/revistahistoria/view?ID_REVISTA_HISTORIA=64

<https://www.scopus.com/>

<https://www.vosviewer.com/>

<https://www.webofknowledge.com>