

A CIENTOMETRIA REVISITADA À LUZ DA EXPANSÃO DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA INOVAÇÃO

RESUMO – Analisa-se a presença dos estudos quantitativos junto à ciência. Descrevem-se os antecedentes históricos e conceitos referentes ao campo da cientometria. São abordadas as suas leis e os seus indicadores, mostrando a importância de cada um destes para a avaliação da ciência. Sugere-se a criação de novos indicadores à luz das necessidades atuais decorrentes da expansão da ciência, da tecnologia e da inovação e a busca de alternativas para melhorar o posicionamento e a visibilidade das produções brasileiras no contexto da atividade científica mundial

Palavras-chave: Ciência, Cientometria, Leis e indicadores cientométricos, Produção científica.

ABSTRACT -It analyze the presence of quantitative studies with the science. It describes the historical background and concepts related to the field of scientometrics. It covers the laws and their indicators, showing the importance of each of these elements for the evaluation of science. It is suggested the creation of new indicators in the light of current needs resulting from the expansion of science, technology and innovation and the search for alternatives to improve the positioning and visibility of Brazilian productions into the world scientific activity.

. **Key-words:** Science, Scientometrics, Laws and scientometric indicators, Scientific production.

Nadia Vanti

Doutora em Comunicação e
Informação
Professora Adjunta do
Departamento de
Biblioteconomia da UFRN

nvanti@ufrnet.com

INTRODUÇÃO

A ciência, para atingir o nível de desenvolvimento e de credibilidade que apresenta nos dias de hoje, buscou, nos números, os alicerces para as suas teorias. A preocupação com a mensuração na ciência vem de tempos remotos. Teve início na Antiguidade, quando os filósofos, matemáticos e astrônomos tentavam dimensionar a distância entre as estrelas para, a partir daí, estabelecer as medidas de tempo em dias, meses, anos e em horas e minutos.

Foi a partir da revolução científica preconizada por Galileu Galilei (1564-1642), entretanto, que a ciência passa a ter uma maior sustentação na experimentação e no uso da matemática, em contraposição ao método aristotélico, mais abstrato, utilizado até aquele momento. Por conta desta mudança de paradigma, Galileu é considerado o pai da ciência moderna.

No século XX, o papel essencial da ciência foi evocado em muitos momentos: nas mudanças revolucionárias, na tecnologia, na melhoria da produção, etc. Na década de 1940, houve um rápido crescimento no número de instituições científicas, de pesquisadores e dos recursos voltados para a ciência. Apareceram órgãos voltados para a sua gestão e, em seguida, a necessidade de elaborar recomendações para a implantação das políticas científicas. Estes fatores antecederam e, ao mesmo tempo, propiciaram a idéia da ciência da ciência. Os finais dos anos 60 são normalmente reconhecidos como o período em que as métricas da ciência surgem com força por meio de trabalhos importantes realizados por pesquisadores como Solla Price e Eugene Garfield, entre outros.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS E CONCEITOS

Desde que a idéia da cientometria¹ aparece pela primeira vez divulgada em um trabalho científico até os dias de hoje, o seu conceito tem sofrido alterações sem perder,

¹ Optou-se pelo uso do termo 'cientometria' e não 'cienciometria', devido aos motivos expostos no artigo "Usos dos termos cienciometria e cientometria pela comunidade científica brasileira" (STUMPF *et al.* 2006).

no entanto, o seu foco de estudos: a ciência. É difícil estabelecer exatamente quando uma nova disciplina ou termo surgem. Pode-se afirmar, entretanto, que os primeiros artigos em que o conceito de cientometria se fez presente foram publicados pelos pesquisadores do VINITI – *All-Union Institut for Science and Technical Information*, da Academia de Ciências da ex-URSS.

Neste sentido, Nalimov, em 1959, atraído pelas idéias da cibernética, publica, em co-autoria com Styazhkin e Vledutsiv (todos pertencentes aos quadros VINITI), o primeiro artigo considerado cientométrico, intitulado “As informações científicas e técnicas como uma das tarefas da cibernética”. Tal artigo apresenta uma justificativa lógica original dos modelos matemáticos examinados para o crescimento da ciência. (KAVUNENKO; GONCHAROVA, 2009).

As primeiras definições de cientometria, como se vê, guardam relação com a cibernética. Ela era considerada como “a medição do processo informático” (MIKHILOV *et al. apud* SPINAK, 1996), sendo que o conceito de informática significava informação científica.

Esta percepção se deveu ao fato de que com o crescimento exponencial dos trabalhos científicos e pelo caráter mutante das atividades de investigação, aumentaram as despesas e o tempo destinados a tais atividades. Também começou a haver atrasos na publicação das revistas científicas, além do acúmulo de papéis derivado do aumento destas e de outros tipos de documento.

Para a solução destes problemas, tornou-se necessário encontrar novos meios mais eficazes de serviços de informação. Os estudiosos na área entenderam que a busca por novas formas de transferência de informação, armazenamento e processamento levaria à criação de uma nova disciplina, que poderia ser vista como um dos ramos da cibernética, compreendendo conceitos de lógica matemática, teoria da probabilidade, estatística, documentação, lingüística, psicologia cognitiva, além de eletrônica e computação. Segundo eles, este desenvolvimento da disciplina resultaria em novas formas de organização da ciência e iria promover a sua maior matematização. (GRANOVSKY, 2010).

Também na União Soviética, em Kiev, no ano de 1966, surge a obra de Dobrov intitulada “A ciência sobre a ciência” (*Science about science*). Nesta obra, o autor oferece uma conceitualização da nova disciplina, onde trata a ciência como um processo de informação, formulando os princípios gerais de previsão, planejamento e gestão das atividades de pesquisa. (GRANOVSKY, 2010).

Somente dez anos depois daquele primeiro trabalho, em 1969, Nalimov, junto com Mulchenko, publica a primeira monografia tendo como título o termo cientometria (*Naukometriya* em russo). É também nesta obra que surge a primeira definição de cientometria relacionada à informação quando a consideram “[...] um método quantitativo para a investigação do desenvolvimento da ciência como um processo de informação.” Brusilovskiy, porém, em seu livro sobre os modelos matemáticos da ciência retira as palavras de Nalinov e Mulchenco “como um processo de informação” e define cientometria como “[...] um conjunto de métodos matematicamente corretos para os estudos da ciência.” (HAITUN, 1980, p. 65, tradução nossa).

Provavelmente, muitos cientistas, algumas décadas atrás, se perguntavam se a produção da ciência e dos cientistas poderia ser quantitativamente medida ou se a pesquisa científica poderia ser submetida a medições que fornecessem os índices de confiança do *status* de cientistas, de suas instituições e das revistas onde os resultados da ciência são publicados. Hoje, pode-se afirmar que sim e que a cientometria é o campo dedicado ao "estudo da medição do progresso científico e tecnológico". (BRUSILOVSKY, 1978, p. 193, tradução nossa).

Neste sentido, foi Derek de Solla Price quem teve papel de destaque na convergência da história da ciência, da cientometria e da ciência da informação em seus trabalhos. E a esta convergência ele chamou de “ciência da ciência”. (POLANCO, 1995).

Por conta de seus estudos prévios e, especialmente, com a publicação da sua célebre obra *Little Science, Big Science*, Price (1963) ficou conhecido como “o pai da cientometria”.

Com Price, os estudos quantitativos adquiriram novos contornos, centrando-se fundamentalmente na análise da dinâmica da atividade científica, incluindo tanto os

produtos quanto os produtores de ciência. Além de estudar o comportamento das redes de citações bibliográficas, Price descreveu a natureza da ciência, da comunicação e da produtividade científica, através de leis internacionalmente aceitas e ainda estabeleceu fundamentos para a política científica e tecnológica que têm sido largamente utilizados por vários países. (BRAGA, 1974).

Outro pesquisador importante para o avanço da disciplina foi Eugene Garfield, quem publicou o seu trabalho pioneiro sobre indexação de citações, "*Citation Indexes for Science: a new dimension in Documentation through association of ideas*"². (GARFIELD, 1955). Este artigo inovador previu instrumentos de informação que permitem aos pesquisadores agilizar o processo de pesquisa, avaliar o impacto do seu trabalho, identificar as tendências científicas e traçar a história do pensamento científico moderno. (YANCEY, 2005).

O conceito por trás da indexação de citações é muito simples: ao reconhecer que o valor da informação é determinado por aqueles que a usam, a melhor maneira de medir a visibilidade de um trabalho é calculando o impacto que ele tem sobre a comunidade científica. Ao utilizar ou citar determinada fonte, o pesquisador determina a influência da idéia daquele autor sobre um corpo de conhecimento. Devido à sua simplicidade, há uma tendência a esquecer que a indexação de citação é uma forma relativamente recente de gestão e recuperação da informação. (THOMSON, 2011).

Garfield compreendeu, portanto, que os artigos de revisão na literatura periódica são fortemente dependentes das citações bibliográficas, induzindo o leitor a buscar a fonte original motivado por uma ideia notável ou um conceito. Ao capturar as citações, Garfield acreditava que o pesquisador poderia ter uma visão imediata da abordagem utilizada por outro cientista ao apoiar uma idéia ou uma metodologia, tendo como base as fontes que o autor que publicou tenha consultado e citado como pertinentes na sua bibliografia. Por isso, as citações podem funcionar para a recuperação da informação tanto quanto as palavras-chave ou os descritores atribuídos por um indexador profissional. (THOMSON, 2011).

² Índices de citação para a ciência: uma nova dimensão na documentação por meio de associação de idéias.

Motivado por estas idéias, Garfield lança as bases para a criação do ISI (*Institute for Scientific Information*) em 1958, na Filadélfia. A partir de 1960, desenvolve novas ferramentas para facilitar o acesso às informações científicas de diferentes campos do conhecimento: *Science Citation Index (SCI)*, *Current Contents*, *Social Sciences Citation Index (SSCI)* e *Arts and Humanities Citation Index (A&HCI)*. O Instituto foi adquirido pela *The Thomson Corporation* em 1992, mantendo Garfield como seu presidente emérito. (THOMSON, 2011). Considerada a primeira indústria da informação interdisciplinar existente, fornece aos pesquisadores dados bibliográficos completos das referências utilizadas nos artigos, permitindo buscas correntes e retrospectivas, com *links* a resumos e texto integral. (INSTITUTE, 1998).

De fato, o papel primordial da indexação de citações, concebido por Garfield em seu trabalho, publicado na revista *Science*, em 1955, tornou-se uma ponte entre Bernal³ e Price. A importância deste último foi mostrada recentemente por Garfield (2007) que, ao elaborar uma linha de tempo para a evolução da cientometria, ilustrada pelo HistCite, mostrou que das 100.000 referências encontradas para os artigos classificados na área, 3.000 citações eram do estudo de Price.

A cientometria, como o novo campo da ciência, primeiramente foi dominado por especialistas da área de informação, depois acabou por atrair também gestores e especialistas de diferentes áreas do conhecimento, estes últimos tendo como objetivo o estudo das suas próprias disciplinas.

O grande interesse neste novo campo e a inexistência de um meio de comunicação apropriado para troca de informações na disciplina levaram à criação da revista *Scientometrics* - fundada por Tibor Braun em 1978, a realização de conferências internacionais desde 1983 e à formação da Sociedade Internacional de Cientometria e

³ John Desmond Bernal publicou o livro "A função social da Ciência" em 1939. Ele fez da ciência um objeto de pesquisa único, por compreender que ela era uma instituição social complexa que exigia uma ciência especial para o seu estudo. As disciplinas já existentes como a história da ciência, a filosofia da ciência, etc. foram consideradas insuficientes para abarcar os estudos da ciência. A sua obra, publicada em 1939, foi um marco de transição na área, entretanto o campo ficou paralisado até depois da Segunda Guerra Mundial, quando os livros de Derek de Solla Price "*Science since Babylon*" e "*Little Science, Big Science*" foram publicados, em 1961 e 1963, respectivamente.

Informetria, em 1995. (GLÄNZEL; SCHOEPFLIN, 1994; RUSSEL; ROUSSEAU, 2002). A revista *Scientometrics*, de acordo com a sua própria definição, é uma revista internacional dedicada “aos aspectos quantitativos da ciência da ciência, à comunicação científica e à política científica”.

Desde o início dos anos 1980, a cientometria tem evoluído e dado lugar a diferentes disciplinas científicas com perfis de pesquisa específicos, diversos subcampos e suas respectivas estruturas de comunicação científica, fato que veio propiciar a passagem da “*little scientometrics*” para a “*big scientometrics*” como bem apontam Glänzel e Schoepflin (1994), parafraseando o título do clássico trabalho de Solla Price (1963).

É interessante destacar que depois do crescimento do campo da cientometria nos anos de 1980, Glänzel e Schoepflin (1994), na ‘4ª Conferência Internacional sobre Bibliometria, Cientometria e Informetria’, em Berlim, declaram que o campo está em crise. Para estes autores tal momento é marcado por uma estagnação da cientometria no mundo em termos metodológicos e teóricos.

A justificativa para esta afirmação está fundamentada na desagregação dos subcampos da área, na falta de consenso sobre questões básicas e de comunicação interna e na questionável qualidade das pesquisas cientométricas em outras disciplinas.

Eles apontam os problemas de comunicação dos resultados de estudos simultâneos e sobre o mesmo assunto, mas que chegam a conclusões completamente divergentes. Também se reportam à falta de consenso na terminologia utilizada, em que pese haver conceitos claros a respeito de como classificar sistematicamente o campo inteiro no sistema científico (NACKE, 1979) (neste trabalho, em uma nota de rodapé, os autores utilizam o termo bibliometria como sinônimo de bibliometria, informetria e cientometria). E referem-se, ainda, à falta de consenso acerca de questões fundamentais, como o verdadeiro sentido da citação, por exemplo.

Outro problema seria a inexistência de personalidades integrativas/aglutinadoras como houve em décadas precedentes, ou a falta de desenvolvimento de pesquisa teórica e metodológica a respeito da área, mais voltada neste momento para as aplicações técnicas e para os seus resultados, sem muita reflexão sobre os fundamentos da

disciplina. Ainda foram aludidos como elementos limitadores da área o mau uso dos resultados de pesquisas métricas e o desrespeito pelas normas científicas.

Foi considerado muito positivo, entretanto, que a cientometria tenha sido aceita pelos cientistas e pelos formuladores de políticas científicas. Mas, se por um lado, a importância da ampla aceitação da cientometria foi reconhecida, por outro, a sua popularidade também tem atraído estudiosos de outras áreas e não especialistas. O entusiasmo destes últimos com a área acabou levando a uma perda de rigor científico, à queda de qualidade e à falta de reflexão em torno do significado dos resultados alcançados e do sentido da aplicação de indicadores científicos. Para resolver este impasse, foram sugeridas abordagens de pesquisa integradas e interdisciplinares para reforçar a investigação metodológica e experimental, fundamental em programas cientométricos, financiamento independente de pesquisas e um aprimoramento dos bancos de dados cientométricos. Finalmente, foi proposto o estabelecimento de um Código de Ética para o campo da cientometria. (GLÄNZEL; SCHOEPFLIN, 1994).

Ainda neste mesmo evento, Krausskoff (1994, p. 426), citando Braun *et al* (1985), conceituou de forma abrangente o campo, afirmando que a cientometria “lida com as análises dos aspectos quantitativos da geração, propagação e utilização da informação científica, a fim de contribuir para um melhor entendimento dos mecanismos da pesquisa científica como uma atividade social.”

Spinak, em 1996, afirma que a cientometria aplica técnicas bibliométricas ao estudo da atividade científica, sendo que seu alcance vai além das técnicas bibliométricas, ao ser empregada para examinar o desenvolvimento e as políticas científicas. Ademais, as análises quantitativas, originadas da cientometria, consideram a ciência como uma disciplina ou atividade econômica, em que é possível estabelecer comparações entre as políticas de pesquisa, seus aspectos econômicos e sociais e a produção científica entre países, setores ou instituições.

Para o mesmo autor (SPINAK, 1996), dentre os seus temas de interesse, a cientometria investiga o crescimento quantitativo da ciência, o desenvolvimento de disciplinas e subdisciplinas, a relação entre ciência e tecnologia, a antiguidade dos padrões

científicos, a estrutura de comunicação entre cientistas, a produtividade e criatividade dos pesquisadores, as relações entre desenvolvimento científico e crescimento econômico, etc. Em suma, a cientometria utiliza técnicas matemáticas e estatísticas para descobrir as características da ciência, gerando dados e informações úteis para os estudos conduzidos na sociologia da ciência.

Callon, Courtial e Penan (*apud* VANTI, 2001) já tendem a reiterar a ligação entre ciência e tecnologia nas análises cientométricas, destacando as patentes como objeto de estudos principalmente por empresas a fim de determinar a estratégia tecnológica seguida por seus competidores.

Acima de qualquer definição ou conceito, sabe-se que a cientometria tem um grande potencial de aplicação, despertando o interesse de governos e de instituições de pesquisa. Ademais, índices como os de citação e o fator de impacto de revistas vêm se tornando uma importante fonte de informação para historiadores, sociólogos e outros pesquisadores interessados na evolução da ciência. (SILVA; BIANCHI, 2009).

AS LEIS CIENTOMÉTRICAS

Lei, em ciência, designa uma teoria testada muitas vezes e a respeito de cuja precisão não restam dúvidas. Ela tem sido utilizada como sinônimo de princípio ou regra. (ANDREWS, 2001). Na bibliometria, três leis foram de extrema importância para o seu desenvolvimento. Cada uma destas leis leva o nome de seu idealizador e é utilizada para a medição de diferentes aspectos da documentação. A Lei de Lotka aponta para a quantificação da produtividade dos autores frente a um modelo de distribuição tamanho-frequência de diferentes autores em um conjunto de documentos. A Lei de Zipf consiste na medição da frequência do aparecimento de palavras em diversos textos, gerando uma lista ordenada de palavras de uma disciplina ou assunto. E a Lei de Bradford estabelece o núcleo e as áreas de dispersão sobre certo assunto em um mesmo conjunto de revistas. Tais leis, nascidas no âmbito da bibliometria, passaram a constituir o núcleo da cientometria. (TAGUE-SUTCKIFE, 1992 *apud* VANTI, 2001).

Price, ao estabelecer o seu novo modelo de medição destinado às atividades científicas, se baseou nas noções das leis utilizadas na bibliometria para formular suas leis cientométricas. As leis cientométricas que Price criou determinam a maneira apropriada de se reportar à ciência e de tratá-la como um objeto de estudo estatístico (POLANCO, 1995).

De acordo com Braga (1974), ao estudar o comportamento das redes de citações, Price (1965) deu uma nova dimensão aos estudos cientométricos, descrevendo a natureza da ciência, da comunicação e da produtividade científica com o apoio de leis internacionalmente aceitas. Enquanto se falava em hipóteses ou até em generalizações empíricas sobre tais assuntos, Price (1951) inovou ao falar das leis do desenvolvimento da ciência.

Também há uma máxima na ciência que mantém certa convergência com as leis cientométricas. Conhecida como Efeito Mateus, tal máxima prediz o seguinte: “aos que mais têm será dado em abundância e aos que menos têm, até o que têm lhes será tirado”. (MERTON, 1968). Esta abordagem com base na análise de processos psicossociais afeta diretamente o sistema de avaliação e distribuição do reconhecimento científico, pois quer se queira quer não, há uma influência psicológica de se citar aqueles que já costumam ser mais citados em trabalhos de uma determinada área do que aqueles menos citados, que acabam muitas vezes sendo esquecidos.

A seguir, as leis cientométricas conhecidas como Frente de Pesquisa, Colégios Invisíveis, Crescimento Exponencial e Elitismo são analisadas.

Frente de pesquisa

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 das maneiras mais utilizadas para detectar o seu estabelecimento e a relação entre os

documentos envolvidos é o mapeamento da área por meio de citações e, principalmente, de co-citações. (SPINAK, 1996).

Neste sentido, Price (1965) 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 pesquisa. (BRAGA, 1974).

Meadows e O'Connor (1970), 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 semi-período⁴ de suas citações seria breve ou quase zero. Outra particularidade deste fenômeno é que à medida que a literatura se acumula, o semi-período das citações cresce até que chega a um valor estacionário. Ademais, o semi-período muito breve das citações implica uma obsolescência⁵ 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 auto-citação fica acima da média normal para o campo de estudo. (SPINAK, 1996).

Colégios invisíveis

No que diz respeito aos colégios invisíveis, o termo foi usado pela primeira vez na Europa do século XVII, quando a *Royal Society* de Londres foi fundada. Os membros desta

⁴ Tendência dos documentos da área a citar majoritariamente outros documentos da mesma área e com datas muito recentes.

⁵ 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.

nova sociedade de cientistas não pertenciam a uma instituição formal, entretando realizavam reuniões regulares com base em interesses científicos comuns, referindo-se a si próprios como um colégio invisível (BARTLE, 1995; PRICE, 1963).

Price (1963; 1986) em sua investigações sobre o assunto, comprovou de forma empírica as observações de Smith (1958) sobre o aumento da autoria múltipla na publicação de trabalhos científicos, constatando que tal fenômeno podia ocorrer de diversas formas e mais frequentemente ainda nos colégios invisíveis. Estas publicações, no âmbito dos colégios invisíveis, segundo Price (1963; 1986), seguem uma "distribuição exponencial" na curva logística. Ele identificou os colégios invisíveis como grupos de elite, onde os cientistas interagem mutuamente de forma produtiva diretamente de seus postos, trocando informações para monitorar o progresso em seu campo. Ele usou o termo colégio invisível para enfatizar padrões informais de contato interpessoal entre os cientistas. (CRANE, 1972).

Mais recentemente, estudos sobre colégios invisíveis têm suscitado novas interpretações e modelos de análise. Lievrouw (*apud* ZUCCALA, 2006) enfatiza a importância da estrutura em contraposição ao processo social para mostrar que as duas condições são essenciais para o desenvolvimento e sucesso de um colégio invisível e que ambos podem ser conciliados.

Zuccala (2006) vai mais longe e além de uma nova definição, propõe um novo modelo para os estudos dos colégios invisíveis, em que os pesquisadores se concentrem em três componentes críticos que são a especialidade do assunto, os cientistas como atores sociais e os ambientes de informação. Partindo do princípio de que a verdadeira natureza do colégio invisível não é uma construção unidimensional e sim um fenômeno multifacetado, a autora sugere essa definição de colégio invisível:

Um colégio invisível é um conjunto de estudiosos que interagem ou cientistas que compartilham interesses comuns de pesquisa sobre um assunto específico, que muitas vezes produzem publicações relevantes para o assunto e que se comunicam tanto formal quanto informalmente uns com os outros, trabalhando em prol de metas importantes para o tema, apesar de eles poderem pertencer a centros de pesquisa geograficamente distantes. (ZUCCALA, 2006, p. 6, tradução nossa).

Para a autora, os pesquisadores têm a oportunidade de utilizar os diferentes tipos de análise quantitativa ou qualitativa como forma de contribuir no estudo dos colégios invisíveis. Análises bibliométricas normalmente incidem sobre as formas de interação cognitiva (estudiosos citando uns aos outros), enquanto as análises sociométricas podem ajudar a esclarecer as formas de interação social (encontro de pesquisadores uns com os outros em conferências, por exemplo). Já as análises qualitativas recairiam sobre os meios práticos deles se comportarem e se comunicarem (comportamento competitivo, colaborativo, etc.). De modo geral, tal definição ao aceitar esta sobreposição de análises consistiria em um meio para a criação de "representações de uma especialidade com base na citação e suas variantes, co-autoria, coleguismo, assessoria de confiança, orientação". Estes fatores "iriam conferir ao [colégio invisível] dimensões espaciais e temporais". (CHUBIN *apud* ZUCCALA, 2006, p. 7, tradução nossa).

De acordo com esta mesma autora, além de todas as definições do que é um colégio invisível, Paisley (1968), em sua revisão teórica sobre o tema, mostra que um colégio na verdade não é invisível, ou melhor, ele se encaixa dentro um sistema maior de comunicação científica que inclui o trabalho em equipe dos cientistas, a sua adesão a um grupo profissional, a um grupo de referência e também a uma organização formal.

Crescimento Exponencial

A tendência ao aumento cada vez maior da produção científica nas diversas áreas do conhecimento foi mapeada por Price (1955) e deu origem à teoria do crescimento exponencial da ciência, conhecida como *Big Science*.

Neste trabalho, Price (1955), ao evidenciar o crescimento exponencial da ciência, mostra uma abordagem totalmente nova para os estudos de política científica. A mesma abordagem foi também utilizada em *Little Science, Big Science*⁶ (1963), e tem sido adotada

⁶ "*Little Science, Big Science*" de Derek de Solla Price (1963) é considerado um dos títulos fundacionais da chamada cientometria ou ciência da ciência. Esta obra constitui um clássico do novo campo na medida em que utiliza a análise estatística e sociométrica da bibliografia e modelos matemáticos para estudar o tamanho, o crescimento e a distribuição da bibliografia científica. (SPINAK *apud* VANTI, 2011).

por vários países, onde a estrutura de *Big Science* não comporta decisões baseadas simplesmente em opiniões pessoais, mas onde é indispensável o emprego de métodos estatísticos. Desta forma, Price quantificou autores, documentos, recursos humanos, citações bibliográficas etc. e por meio de tais análises procurou descobrir a lógica interna da Ciência e da Tecnologia, os princípios que as governam e as regras necessárias para lidar com elas. Ele verificou que o crescimento de áreas gerais é totalmente exponencial, enquanto que o de subáreas, após uma fase exponencial, transforma-se em linear. O fator exponencial em ambas as áreas faz com que a literatura dobre de volume aproximadamente a cada 10 ou 15 anos. (BRAGA, 1974).

Entretanto, ele também reconhece que há um diferencial no ritmo de crescimento da ciência de acordo com os diferentes tipos de conhecimento: há alguns que são mais rápidos e outros que são mais lentos. O crescimento cumulativo por um longo período de tempo é acompanhado de uma divisão intelectual e social do conhecimento científico e da comunidade científica, fenômeno que se expressa na literatura científica pela multiplicação de periódicos especializados. Mas o crescimento exponencial não pode manter-se de forma infinita, em determinado momento ele atinge um limite, depois tende a diminuir e parar antes de chegar a um nível absurdo de saturação. Chega, então, o momento da estabilização do seu crescimento. Portanto, a *Big Science* não significa somente que, [em se tratando de ciência,](#) tudo é feito em grande escala como sugere literalmente o termo, também e, acima de tudo, significa o seu estado de saturação. (POLANCO, 1995).

Elitismo

Price (1963) propõe uma regra para contabilizar quantos são os autores que mais produzem em sua área de pesquisa, conhecida como a Lei da Raiz Quadrada de Price, onde calculando a produção total daqueles que escrevem n artigos, nota-se que a grande quantidade de pequenos produtores dão conta de tanto quanto o total dos poucos

grandes produtores, mostrando que a simetria se dá no ponto correspondente à raiz quadrada do valor total de pesquisadores. (SPINAK, 1996).

Suas pesquisas sobre a produtividade de cientistas conduziram-no à formulação da Lei do Elitismo, cujas aplicações têm repercussões imediatamente eficazes para a política científica.

Price se baseou na Lei do Quadrado Inverso de Lokta para determinar a Lei do Elitismo. Entre os aperfeiçoamentos realizados à Lei de Lokta a partir de estudos realizados entre 1965 e 1971, Price chegou à conclusão de 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 e 60% dos autores produzindo um único documento. Logo depois ele formulou a Lei do Elitismo, em que o número de membros da elite corresponde à raiz quadrada do número total de autores, e a metade do total da produção é considerada como critério para se saber se a elite é produtiva ou não. (ARAÚJO, 2006).

Apesar da inovação, muitas pesquisas refutaram em parte a formulação de Price, incluindo o estudo de Glänzel e Schubert de 1985. Estes autores analisaram dezenas de casos e, ao final, concluíram que nas comunidades de cientistas, mesmo aqueles mais produtivos não chegam a alcançar a quantidade necessária para cumprir a proposição de Price. De qualquer forma, apesar de aparentemente imprecisa, não deixa de representar uma tentativa de demonstrar, em termos quantitativos, a desigualdade existente na distribuição da produção de publicações. (SPINAK, 1996).

INDICADORES CIENTOMÉTRICOS

De forma geral, os indicadores representam uma medida ou um índice que permite avaliar ou acompanhar o desempenho de um fenômeno, da sua natureza, do seu estado e evolução.

Para investigar a ciência, considerada como um processo social, onde as ações e procedimentos de seus atores dependem do contexto em que estão inseridos, a cientometria utiliza indicadores para medir as ações sistemáticas que têm relação com a

produção, difusão, transferência e aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos, que podem ser chamados de indicadores cientométricos.

Além disso, também os indicadores bibliométricos são considerados como ferramentas úteis para medir os resultados das pesquisas científicas, tendo em vista que o registro e a divulgação de tais pesquisas, seja por meio de artigos de revistas, de livros, de documentos eletrônicos, etc., são a maneira mais proficiente de transmissão do conhecimento científico. (JORGE; ANEGÓN, 2008).

Neste sentido, a introdução do *Science Citation Index* (SCI) por Garfield nos anos 60 propiciou um grande avanço nos métodos da bibliometria. E, a partir dos anos 70, os indicadores de investigação científica também foram um instrumento importante no desenvolvimento da cientometria. (RUSSEL; ROUSSEAU, 2002).

De acordo com Vinkler (1988), os indicadores cientométricos podem ser divididos em dois grupos: aqueles que medem a qualidade e o impacto das publicações e os que medem a quantidade e o impacto dos vínculos, sendo que os primeiros se referem aos indicadores de publicação e os segundos aos indicadores de citação.

Já outros autores distinguem os indicadores cientométricos entre indicadores de atividade e indicadores relacionais. Os indicadores de atividade fornecem dados sobre o volume e o impacto das atividades de investigação por meio da contabilização de autores, artigos, palavras-chave, citações, etc., enquanto os indicadores relacionais têm por objetivo conhecer os vínculos e as interações entre estes diferentes itens mediante os conceitos de co-citação e co-ocorrência, além de buscar descobrir o conteúdo das atividades e da sua evolução. (BAILON-MORENO; JURADO ALAMEDA, 2005; GUZMÁN SÁNCHEZ; SOTOLONGO AGUILAR, 2002).

Alguns indicadores e índices da cientometria são apresentados a seguir.

Índices de citação

O índice de citação foi um instrumento proposto por Garfield (1955), primeiramente para a recuperação da informação, apesar das inconsistências e das

variações que podem apresentar a indexação temática e a atribuição de descritores aos documentos. Caracteriza-se por ser uma lista em ordem alfabética de elementos bibliográficos tais como autor, título, palavras-chave, descritores, etc.

O índice de citação se tornou conhecido quando começou a ser utilizado para verificar o número de citações que cada pesquisador recebia por outros autores às suas publicações científicas. Neste caso, as listas traziam o nome dos autores que haviam sido citados e logo abaixo todos os documentos do autor que tinham sido citados naquele ano, quem citou e em que veículo publicou.

Utiliza-se o índice de citação como forma de determinar o reconhecimento de um pesquisador em sua área de atuação, buscando o número de citações que este autor recebeu por um determinado documento, assim como para verificar o prestígio de uma revista contabiliza-se o número de citações a esta revista.

Apesar de inúmeros estudos realizados para determinar a natureza do processo de citação, Eugene Garfield (1979) foi enfático ao declarar que um trabalho muito citado é aquele que tem sido útil para uma quantidade relativamente grande de experimentos. E continua sua linha de raciocínio dizendo que a citação de determinada parte de um documento científico não diz nada sobre a sua importância relativa para o avanço da ciência e da sociedade. A única razão para se utilizar a contagem de citação para a avaliação de pesquisadores é que oferece uma medida da utilidade e do impacto do trabalho científico.

Hoje em dia, no entanto, há uma tendência, principalmente por parte de agências de fomento, de avaliar projetos de pesquisa, programas de pós-graduação, e a produção científica dos pesquisadores, tendo como parâmetro a produtividade, a quantidade, a regularidade e a qualidade da sua produção. O maior problema recai sobre a qualidade, que envolve vários elementos: o veículo em que é publicado, o número e a diversidade de autores com que o pesquisador publica e o número de citações recebidas pelas suas publicações. Pode-se verificar, portanto, que é comum que as citações recebidas, diferentemente do que recomenda Garfield, venham sendo consideradas como sinônimo de qualidade.

O índice de citação mais conhecido é o elaborado pelo antigo *Institute for Scientific Information* (ISI), hoje fazendo parte da Thomson Reuters, composto por três bases de dados de citação multidisciplinares (*Science Citation Index Expanded*, *Social Science Citation Index* e *Arts & Humanities Citation Index*) e mais uma de citações de artigos de áreas específicas. Mais recentemente a pesquisa às três bases de dados multidisciplinares pode ser feita através da Internet, em uma mesma plataforma, a *Web of Science*.

Atualmente, existe também uma ferramenta alternativa, disponível na web de forma gratuita, para a obtenção de indicadores científicos que inclui o número de citações a trabalhos acadêmicos, que é o Google Acadêmico (criado em 2004). Desde que os documentos estejam disponíveis na rede, o que é uma tendência crescente também no Brasil com o desenvolvimento dos repositórios institucionais por grande parte das universidades, é possível utilizar este recurso. No entanto, tal ferramenta ainda é pouco explorada por pesquisadores da área de ciências ou mesmo por gestores e interessados nas informações em torno do tema citação.

Fator de Impacto

Fator de Impacto é um indicador utilizado para calcular o número médio de citações recebidas por uma revista científica e é obtido por meio da relação entre o número de vezes que a revista foi citada e o número de artigos que ela publicou num determinado período de tempo (normalmente dois anos). A finalidade da utilização deste indicador é descobrir o impacto dos periódicos na comunidade científica.

O fator de impacto dos periódicos é publicado anualmente no *Journal Citation Reports*, também publicado pela *Thomson Reuters*, e pode ser considerado o mais conhecido dos índices cientométricos.

Entretanto, têm sido feitas inúmeras críticas ao uso deste indicador, incluindo a discussão mais geral sobre a sua utilidade para medir citações. As críticas também dizem

respeito à validade do fator de impacto, à adoção de políticas editoriais direcionadas para o seu incremento, além da aplicação incorreta deste índice. (EASE, 2007).

Alguns exemplos que vêm ratificar tais críticas são os seguintes: o fator de impacto é altamente dependente da disciplina, sendo que a porcentagem do total de citações que ocorrem nos dois primeiros anos após a publicação de um trabalho varia muito entre uma e outra área (VAN NIEROP, 2009), os periódicos podem publicar uma grande porcentagem de artigos de revisão que, geralmente, são mais citados do que resultados de pesquisa (MONASTERSKY, 2005) e ainda o fator de impacto pode ser incorretamente aplicado para avaliar o significado de uma publicação individual ou para avaliar um pesquisador individual. (SEGLEN, 1997).

Em resposta a estas e outras críticas ao uso do fator de impacto, em novembro de 2007, o *European Association of Science Editors* (EASE, 2008, tradução nossa) emitiu uma declaração oficial recomendando que o fator de impacto de revistas fosse utilizado “somente, e com cautela, para medir e comparar a influência do periódico como um todo e não para a avaliação de trabalhos individuais, nem de pesquisadores ou de programas de pesquisa”.

Índices de co-autoria e de co-citação

Segundo Maricato (2010), os indicadores de co-autoria podem ser classificados como indicadores de colaboração, que buscam analisar, sobretudo, redes sociais colaborativas estabelecidas entre pesquisadores, instituições, países, entre outros. Tais indicadores utilizam, principalmente, técnicas de análise de co-autoria (no caso de artigos) e de co-invenção e co-propriedade (no caso de patentes).

Já os índices de co-citação, definidos por Small (1973) como a frequência com que dois documentos são citados ao mesmo tempo em um ou mais artigos que tratam do mesmo tema, mostram a representatividade destes documentos e de seus autores para uma determinada área. Segundo Garfield (1993), a análise de co-citação é o único método que se destina a estudar a estrutura cognitiva da ciência. Tal método,

combinado com o agrupamento de ligações simples e técnicas de escala multidimensional, pode literalmente possibilitar o mapeamento da estrutura da pesquisa especializada, assim como da ciência como um todo. Este índice serve de parâmetro para entender a proximidade temática e o reconhecimento dos documentos e de seus autores por outros pesquisadores da mesma disciplina. (ARAÚJO, 2006).

Índice-H

Outra medida que vem ganhando importância nos últimos anos é o índice-H. Este índice foi elaborado para ser aplicado a diferentes pesquisadores, quantificando a produtividade e o impacto dos seus trabalhos na comunidade científica.

O Índice H, ou *H-Index*, foi criado em 2005 pelo físico Jorge Hirsch, da *University of California*. Ele considera que um cientista terá um índice H n se tiver um número igual ou superior de citações ao número total de artigos publicados, para cada artigo. Qualquer investigador pode calcular o índice H de suas publicações, tendo o cuidado de ordená-las pelo número de citações recebidas em ordem decrescente, numerá-las e identificar o ponto em que o número final da ordem coincide com o valor de citações recebidas por cada publicação.

É possível pesquisar o índice H por meio de diferentes fontes de informação, desde que elas armazenem a variável “citações”. A base de dados Thomson/ISI, ou sua versão *Web of Knowledge*, é a mais completa em termos de cobertura temporal, disponibilizando informações de muitos dos títulos de periódicos por ela indexados a partir de 1900. A base *Scopus* é mais recente, mas tem cobertura bem maior em termos de número de periódicos, com prioridade para publicações a partir de 1996; também a base *Scimago Journal & Country Rank* permite este tipo de análise. Enquanto que o Google Acadêmico apresenta uma cobertura melhor para conferências e a maior parte das revistas, mas assim como a *Scopus*, tem cobertura limitada para publicações anteriores a 1996. (MEHO; YANG, 2007).

As vantagens do índice H são que ele permite medir simultaneamente a visibilidade ou impacto e a quantidade da produção científica, pode detectar os investigadores que mais se destacam em uma determinada área e tende a valorizar o esforço científico médio, prolongado ao longo de toda a vida acadêmica de um pesquisador. Desta forma, elimina as distorções decorrentes tanto de pesquisadores altamente produtivos, mas com baixa visibilidade como de pesquisadores de alta visibilidade/ impacto, mas baixa produtividade.

Quanto às suas limitações, pode-se apontar que ele não permite comparar investigadores de diferentes áreas científicas, não leva em conta a qualidade das revistas em que os trabalhos são publicados nem dá prioridade à qualidade das publicações e sim a sua quantidade. Ademais, pesquisadores mais jovens na carreira científica tendem a ter um índice H baixo, mesmo que os seus trabalhos possam ser relevantes na sua área. (UNIVERSIDAD, 2010).

Não restam dúvidas de que os indicadores cientométricos tradicionais, que costumam ser utilizados para as análises de um *corpus* de conhecimento, continuam sendo importantes ferramentas de medição especialmente para centros de pesquisa e agências de fomento que necessitam impulsionar a produção científica e tomar decisões estratégicas. Do final dos anos noventa até o presente momento, entretanto, houve uma reflexão em relação aos tradicionais indicadores cientométricos, buscando-se utilizar indicadores relativos mais eficazes, incluir novas técnicas de análise e de apresentação, além de se estender os métodos quantitativos aos estudos de patentes e da web, dando origem a novos campos de estudos com variadas denominações, tais como a webometria ou a cibermetria, por exemplo. (CALLON; COURTIAL; PENAN, 1995; CRONIN; MACKIN, 1996; THELWALL; VAUGAN; BJÖRNBORN, 2003. Esta ampliação na área permitiu o enriquecimento dos estudos métricos da informação e o aperfeiçoamento da sua aplicação nas avaliações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das principais características da ciência é a publicação dos seus resultados e com o desenvolvimento deste trabalho tentou-se mostrar não só os caminhos e percalços que, ao longo dos anos, trilhou a disciplina dedicada a sua própria análise, mas também que é possível por meio de técnicas adequadas avaliar as publicações científicas diante dos novos desafios inerentes a uma sociedade em permanente mudança.

Claro que a constante revisão e aperfeiçoamento dos indicadores que são utilizados para investigar e avaliar o desempenho e impacto da atividade científica e também o fortalecimento dos sistemas de informação que processam a produção científica, tecnológica e inovadora de qualquer país devem ser incentivados por meio de ações dos organismos que gerenciam as políticas científicas.

Um dos exemplos nacionais exitosos de sistema de informação com estas características é a Plataforma Lattes, do CNPq, conformada por bases de dados de Currículos, de Grupos de pesquisa e de Instituições que contêm informações sobre vida pregressa e atual de estudantes e pesquisadores do país. Têm servido de parâmetro para nortear as ações de planejamento, gestão e operacionalização de fomento ao próprio CNPq e de outras agências públicas, fundações estaduais de apoio à ciência e tecnologia, instituições de ensino superior e institutos de pesquisa. É estratégica também para a formulação das políticas do Ministério de Ciência e Tecnologia e de outros órgãos governamentais da área de ciência, tecnologia e inovação. Pela riqueza de informações que aporta e sua crescente credibilidade e abrangência, se tornou uma fonte de informação indispensável para a análise de mérito e competência às demandas de financiamentos na área de ciência e tecnologia. (CNPQ, 2011).

Entretanto, ainda se faz necessário incentivar o crescimento e encontrar alternativas para melhorar o posicionamento e a visibilidade das produções brasileiras frente à atividade científica mundial. Especialistas acreditam que isso só será possível a partir de uma revisão no ensino e na prática científica, de forma a fortalecer a cultura da ciência entre os novos e futuros pesquisadores.

Espera-se, portanto, a partir desta primeira década do século XXI, com o desenvolvimento, a expansão e a consolidação dos sistemas de ciência, tecnologia e inovação, que as novas necessidades advindas da própria sociedade e das instituições que gerenciam as políticas científicas possam ser atendidas por meio da construção de novos indicadores, mais adequados à realidade atual e com a ampla aceitação da comunidade acadêmica. Por outro lado, é importante que os governantes levem em consideração as análises realizadas por estudiosos da área e se empenhem no sentido de revisar a estrutura de ensino e de incentivar a prática da pesquisa no país.

REFERÊNCIAS

ANDREWS, E. H. As leis da ciência. *Logos*, 2001 Disponível em: <<http://logoshp.6te.net/cieindex.htm>>. Acesso em: 29 out. 2011.

ARAÚJO, Carlos Alberto. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006.

BAILON-MORENO, R.; JURADO ALAMEDA, E. Analysis of the field of physical chemistry of surfactants with the Unified Scientometric Model: fit of relational and activity indicators. *Scientometrics*, v. 63, n. 2, p. 259-276, 2005.

BARTLE, R. G. A brief history of the mathematical literature. *Publishing Research Quarterly*, n.11, p. 3-9, 1995.

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.

BRUSILOVSKY, B. Y. A. Partial and system forecasts in scientometrics. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 12, p. 193-200, August 1978.

CALLON, Michel; COURTIAL, Jean-Pierre; PENAN, Hervé. *Cienciometría: la medición de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Gigón, Espanha: Ediciones Trea, 1995. 110 p.

CNPQ. *Plataforma Lattes*. Disponível em: <www.cnpq.br>. Acesso em: 02 nov. 2011.

CRANE, Diana. *Invisible college: diffusion of knowledge in scientific communities*. Chicago, IL: University of Chicago Press. 1972.

CRONIN, Blaise; MCKIM, Geoffrey. Science and scholarship on the World Wide Web: a North American perspective. *Journal of Documentation*, v. 52, n. 2, 1996, p. 163-171.

EASE statement on inappropriate use of impact factors. 2008. Disponível em: <http://www.ease.org.uk/artman2/uploads/1/EASE_statement_IFs_final.pdf>. Acesso em: 31 out. 2011.

GARFIELD, Eugene. Citation Indexes for Science: a new dimension in Documentation through association of ideas. *Science*, v. 122, n. 3159, p. 108–111, 18 jul. 1955. Reprinted in *Essays of an Information Scientist*, v. 6, p. 468-471, 1983. Disponível em: <<http://www.garfield.library.upenn.edu/essays/v6p468y1983.pdf>> Acesso em: 28 jul. 2011.

GARFIELD, Eugene. Co-Citation Analysis of the Scientific Literature: Henry Small on Mapping the Collective Mind of Science, *Curr. Contents*, n. 19, p.3-13, May 10, 1993. Disponível em: <<http://www.garfield.library.upenn.edu/essays/v15p293y1992-93.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2011.

GARFIELD, Eugene. Scientometrics Comes of Age. *Curr. Contents*, n. 46, p.5-10, 1979.

GARFIELD, Eugene. From The Science of Science to Scientometrics: visualizing the history of Science with Histcite software. *Proceedings*. Madrid, v. 1, p.21-26, June, 2007. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS, 11. CSIC, Madrid, Spain, 2007.

GRANOVSKY, Yuri V. Is it possible to measure science? V. V. Nalimov's research in scientometrics. *Scientometrics*, v. 52, n. 2, p. 127–150, 2010

GLÄNZEL, W.; SCHOEPFLIN, U. Little scientometrics, big scientometrics... and beyond? *Scientometrics*, v. 30, n. 2-3, p. 375-384, 1994.

GUZMÁN SÁNCHEZ, M. V.; SOTOLONGO AGUILAR, G. Mapas tecnológicos para la estrategia empresarial: situación tecnológica de la neisseria meningitidis. *Acimed*, v. 10, n. 4, 2002. Disponível em: <http://bvs.sld.cu/revista/aci/vol10_4_02/aci010402.htm> Acesso em: 28 jun. 2011.

HAITUN, S. D. Scientometric investigations in URRS. *Scientometrics*, v. 2, n. 1, p. 65-84, 1980.

INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION (ISI). *Introdução à Web of Science*. Philadelphia, out. 1998.

JORGE, Ricardo Arencibia; ANEGÓN, Félix de Moya. La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la cienciometría. *ACIMED*, v.17 n.4 Ciudad de La Habana abr. 2008.

KAVUNENKO; GONCHAROVA. G.M. Dobrov and science of science legacy. *Nauka ta naukoznavstvo (Science and Science of Science)*, n. 1, p. 9-23, 2009.

KRAUSKOPF, M. Epistomometria, a term contributing to express them meaning and potential methodologies of scientometrics in Spanish speaking countries. *Scientometrics*, v. 30, n. 2-3, p. 425-428, 1994.

LIEVROUW, L. A. Reconciling structure and process in the study of scholarly communication. In: BORGMAN, C. L. (Ed.). *Scholarly communication and bibliometrics*. Newbury Park, CA: Sage, 1990. p. 59-69.

MARICATO, João de Melo. *Dinâmica das relações entre ciência e tecnologia: estudo bibliométrico e cientométrico de múltiplos indicadores de artigos e patentes em biodiesel*. 2010. 359 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Escola de Comunicações e Artes, São Paulo, 2010.

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 .

MERTON, Robert K. The Matthew Effect in Science: the reward and communication systems of science are considered. *Science*, v. 159, n. 3810, p. 56-63, jan. 5, 1968. Disponível em: <<http://www.garfield.library.upenn.edu/merton/matthew1.pdf>> Acesso em: 27 out. 2011.

MEHO, L. I.; YANG, K. Impact of Data Sources on Citation Counts and Rankings of LIS Faculty: Web of Science vs. Scopus and Google Scholar. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 58, n. 13, p. 2105–2125, 2007.

MONASTERSKY, Richard. The Number That's Devouring Science. *The Chronicle of Higher Education*, 14 out. 2005.

NACKE, Otto. Informetrie: a new name for a new discipline. *Message for documentation*, v. 30, n. 6, p. 219-226, 1979.

PASLEY W. J. (Ed.). *Information needs and uses*. Chicago: American Society for Information Science and Encyclopedia Britannica, 1968. v. 3.

POLANCO, Xavier. Aux sources de la scientometrie. *Revue Solaris*, 1995.

PRICE, D. J. de Solla. *The Equatorie of the Planetis*. Cambridge: The University Press, 1955. 214 p. A manuscript treatise ascribed to Chaucer, with a linguistic analysis by R. M. Wilson.

PRICE, D. J. de Solla. *Little science, big science*. New York: Columbia University Press, 1963.

PRICE, D. J. de Solla. *Little science, big science ... and beyond*. New York: Columbia University Press. 1986.

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

PRICE, D. J. de Solla. Quantitative Measures of the Development of Science. *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, année 4, n. 14, janv. 1951. Communication présentée au VI Congrès International d' Histoire des Sciences, Amsterdam, août. 1950. Disponível em <<http://garfield.library.upenn.edu/price/pricequantitativemeasures1951.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2011.

RUSSELL Jane; ROUSSEAU, Ronald. Bibliometrics and institutional evaluation. In: ENCYCLOPEDIA of Life Support Systems (EOLSS). [S.l.]: Rigas Arvantis, 2002. Part 19.3: Science and Technology Policy.

SEGLIN, P.O. Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research. *British Medical Journal*, n. 314, p. 497-502, 1997.

SILVA, José Aparecido da; BIANCHI, Maria de Lourdes Pires. Cientometria: a métrica da ciência. *Rev. Paidéia*, v. 11, n. 21, 2009.

SMALL, H. Co-citation in the Scientific Literature: a new measure of the relationship between two documents. *JASIS*, p. 265-269, Jul.-Aug. 1973.

SMALL, H.; GARFIELD E. The geography of science: disciplinary and national mappings. *J. Inform. Sci.* n. 11, p. 147-59, 1985. Reprinted in: *Op. Cir.*, v. 9. p. 325-35, 1988.

SMITH, M. 1958. The trend toward multiple authorship in psychology. *American Psychologist*, v.13, n. 10, p. 596-599, Oct 1958,

SPINAK, E. *Diccionario enciclopédico de bibliometría, cientimetría e informetría*. Montevideo, 1996. 245 p.

STUMPF, Ida Regina C. et all. Usos dos termos cientometria e cientometria pela comunidade científica brasileira. In: POBLACION, Dinah Aguiar; WITTER, Geraldina Porto; SILVA, José Fernando Modesto da. (org.). *Comunicação e produção científica: contexto, indicadores e avaliação*. São Paulo: Angellara, 2006. p. 343-369.

THELWALL, Mike; VAUGHAN, Liwen; BJÖRNEBORN, Lennart. Webometrics. *ARIST* 39. 2003. Preprint.

THOMSON REUTERS. *History of Citation Indexing*. Science, 2011. Disponível em: <http://thomsonreuters.com/products_services/science/free/essays/history_of_citation_indexing/> Acesso em: 22 jul. 2011.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA. Biblioteca. *Guías de apoyo a la investigación*, n. 12 , 2010. Disponível em: <http://bib.us.es/aprendizaje_investigacion/guias_tutoriales/tutoriales/guia_inv_12-ides-idweb.html> Acesso em: 29 jun. 2011.

VAN NIEROP, E. Why do statistics journals have low impact factors? *Statistica Neerlandica*, n. 63, p. 52–62, 2009.

VANTI, Nadia. *Avaliação de um banco de dissertações e teses da ABA: uma análise cienciométrica*. Campinas: PUC, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – PUC-Campinas, 2001.

VANTI, Nadia. *Links hipertextuais na comunicação científica: uma análise webométrica*. Natal: EDUFRN, 2011. 286 p.

VINKLER, P. An attempt of surveying and classifying bibliometric indicators for scientometric purposes. *Scientometrics*, v. 13, n. 5-6, p. 239-59, 1988.

YANCEY, Rodney. Fifty years of citation indexing and analysis. *Science*, Sept. 2005.

ZUCCALA, A. Modeling the invisible college. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 57, n.2, p. 152-168, 2006.