

FATOR DE IMPACTO DE REVISTAS CIENTÍFICAS: QUAL O SIGNIFICADO DESTES PARÂMETROS?

Angelo C. Pinto

Instituto de Química - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Bloco A, CT - 21945-970 - Cidade Universitária - RJ

Jailson B. de Andrade

Instituto de Química - Campus Universitário de Ondina - Universidade Federal da Bahia - 40170-290 - Salvador - BA

Recebido em 29/3/99

IMPACT FACTOR OF SCIENTIFIC JOURNALS: WHAT IS THE MEANING OF THIS PARAMETER? The impact factor of scientific journals has been used to evaluate them, as well as the quality of scientific research. This parameter was recently used by CAPES as an important criterion for the evaluation of Brazilian postgraduate courses. The main objective of this paper is to show how impact factor is calculated and to discuss its importance and limitations, with special emphasis on chemistry journals.

Keywords: impact factor; chemistry journals; peer review; citation index.

INTRODUÇÃO

A vontade de medir acompanha o homem desde muito tempo e parece ter sempre estado na base do pensamento ocidental. O problema da medida foi sempre central na ciência, culminando, recentemente, com a medição da própria evolução e atividade científica da ciência.

A partir da década de 60, surge uma nova área de estudo referida como cienciometria, que foi definida como a área do saber "que trata da análise de aspectos quantitativos referentes à geração, propagação e utilização de informações científicas, com o fim de contribuir para o melhor entendimento do mecanismo de pesquisa científica como uma atividade social"¹. A principal ferramenta utilizada para os estudos de cienciometria são os índices bibliométricos, geralmente obtidos a partir de bancos de dados, onde parte da literatura científica mundial produzida anualmente está catalogada. Um dos bancos de dados mais utilizados na bibliografia especializada é o organizado pelo *Institute for Scientific Information* (ISI). A criação da cienciometria é uma das principais razões pelas quais, hoje, se dispõe de tantas informações quantitativas sobre a ciência e porque se fazem tantas comparações sobre o desempenho científico, seja de um país, de uma comunidade científica ou de uma instituição^{1,2}.

No Brasil, os estudos cienciométricos iniciaram-se, com Morel e Morel³, no final da década de 70, e ganharam corpo no início dos anos 90, quando alguns pesquisadores, principalmente da área de Bioquímica, começaram a advogar a importância de se levar em consideração o fator de impacto de revistas científicas e o número de citações de pesquisadores na avaliação pelos pares. Estes indicadores que, na época, estavam sendo utilizados nos EUA, até como critérios de seleção de cientistas e de professores pelas universidades americanas, começaram a fazer parte do imaginário da ciência brasileira^{4,5,6}.

Como quase sempre acontece quando se inicia a discussão de temas que permitem múltiplas interpretações, com o fator de impacto das revistas e com o número de citações não foi diferente. Há logo aqueles que acham que se está diante do ovo de Colombo e os colocam como os únicos critérios de avaliação de um projeto científico e estabelecem que um artigo científico só tem valor se for publicado em uma revista com alto fator de impacto. Por outro lado, há aqueles que acham

que a adoção da hierarquização de revistas científicas e do número de citações de publicações científicas no julgamento de projetos, bolsas de produtividade de pesquisa e avaliação de cursos de pós-graduação é mais uma das muitas formas de colonialismo cultural.

Como consequência dessa discussão, pelo menos uma agência de fomento à pesquisa, o CNPq, começou a circular oficiosamente entre as suas coordenações o número de citações dos pesquisadores com bolsas de produtividade de pesquisa, sem, entretanto, ter sido este critério adotado pelos comitês assessores da agência nos julgamentos destas bolsas, pelo menos na área da Química. A discussão sobre a frequência com que um pesquisador é citado ganhou importância quando a Folha de São Paulo, no caderno **mais!** de 21 de maio de 1995, publicou a relação dos 170 pesquisadores em atividade no País com mais de duzentas citações na literatura internacional, entre 1981 e 1993, feita a partir de uma base de dados do ISI. Dois são os critérios principais para escolher as revistas que compõem o banco de dados do ISI, a periodicidade e o impacto da revista, que é medido pelo número de citações de seus artigos em outras revistas. O grande número de cartas recebidas e publicadas pela Folha de São Paulo, durante algum tempo, após a publicação da lista dos 170, dá uma idéia do quanto o tema é polêmico. Esta discussão extrapolou as fronteiras brasileiras e chega ao exemplo jocoso, como pode ser visto pelo teor de algumas cartas que foram enviadas à *Nature*⁷, uma das mais prestigiosas revistas científicas do mundo. Nestas cartas chega-se a aventar a possibilidade do número de citações dos autores ser influenciado pelas letras iniciais de seus sobrenomes. Por exemplo, Darwin seria um nome melhor do que Wallace? Isto porque autores com sobrenomes cujas letras iniciais começam pelas primeiras letras do alfabeto teriam maior probabilidade de serem mais citados do que aqueles cujos sobrenomes começam pelas últimas letras, já que muitas vezes é adotado o critério de apresentação dos autores no artigo pela posição alfabética de seus sobrenomes⁷. Mesmo sem ter ocorrido uma discussão formal dentro das agências de fomento à pesquisa ou nas Sociedades Científicas sobre a utilização destes indicadores no julgamento de projetos de pesquisa, as comissões setoriais de avaliação dos projetos submetidos ao PRONEX (Núcleos de Excelência) tinham à sua disposição, nas mesas de trabalho o *Journal of Citation Reports* (JCR) de 1995 e, na última avaliação da CAPES, os comitês já adotaram oficialmente o fator de impacto das revistas científicas para a classificação

angelo@iq.ufrj.br, jailson@ufba.br

dos cursos de pós-graduação. Do mesmo modo, na avaliação da ciência brasileira feita pelo Prof. Gideon Czapski da Universidade Hebraica de Jerusalém⁸, por solicitação do Ministério de Ciência e Tecnologia, o trabalho que mostra a participação da ciência brasileira no contexto mundial, entre 1981 e 1985, foi todo feito com base nas publicações científicas brasileiras indexadas ao ISI, que foi criado em 1960.

O nosso objetivo neste artigo é, antes de tudo, mostrar como são calculados os fatores de impacto de revistas científicas, e as consequências do emprego do número de citações de artigos científicos na literatura internacional para, a partir daí, tecer considerações sobre a importância e as limitações do emprego destes indicadores em avaliações científicas, procurando particularizar a área de Química.

DISCUSSÃO

Antes de entrar na discussão de como é calculado o fator de impacto de uma revista, optou-se por apresentar brevemente o que é o processo de avaliação pelos pares, visto que a maioria das revistas indexadas no ISI, se não todas, usam a avaliação pelos pares como critério de seleção de seus artigos. O *Journal of the Chemical Society (JCS)*⁹ foi escolhido como exemplo por ser uma revista que se utiliza do "peer review" há mais de 150 anos, o mesmo critério adotado no *Journal of the Brazilian Chemical Society (JBCS)*, para publicação de seus artigos.

O JCS E O SEU SISTEMA DE "PEER REVIEW"

O *Journal of the Chemical Society* é a revista científica mais antiga da área de Química e começou a ser publicada em 1843⁹. Os artigos submetidos ao *J. Chem. Soc.* eram lidos e depois discutidos pelos conselheiros nas reuniões da Sociedade (*Chemical Society*), a quem cabia a decisão de publicação. Em 1849, foi criado, pelo Conselho da *Chemical Society*, o comitê de publicação, que foi constituído por três professores, um dos quais foi o famoso químico A. W. Hofmann que, em 1854, depois de uma pequena reformulação do comitê assumiu a sua presidência. Segundo as atas das reuniões do comitê de publicação, a revista adotou a arbitragem dos artigos, que certamente foi feita por um ou mais membros do comitê de publicação, embora das atas não conste o nome dos árbitros. Em 1871, o comitê foi expandido para 19 membros, cujas especialidades cobriam o domínio de todos os campos da Química. Mas, logo em seguida, esta experiência foi abandonada e a revista, além do editor, passou a contar com 5 editores associados e seis membros no conselho editorial.

O comitê de publicação do JCS, em 1924, mudou o sistema de arbitragem dos artigos submetidos à revista, uma vez que estes passaram a ser avaliados por 2 assessores, um dos quais era membro do comitê e o outro um especialista no assunto do artigo, sistema este que difere muito pouco da política editorial adotada hoje pela revista. Em 1960, o editor passou a indicar 2 assessores, sendo que o segundo assessor tinha conhecimento do parecer emitido pelo primeiro assessor. Só em 1980, quando o quadro de assessores da revista, agora subdividida em *J. Chem. Soc. Perkin Transactions I*, *Dalton Transactions* e *Faraday Transactions*, passou a ser constituído por pesquisadores de todo mundo, cujos nomes constam de uma base de dados eletrônica, os artigos submetidos à publicação no JCS passaram a ser enviados simultaneamente a 2 assessores. O banco de dados da *ROYAL SOCIETY CHEMISTRY (RSC)* contém mais de 8 mil assessores que estão espalhados por todo o mundo. Este banco cresce cerca de 10% por ano. Atualmente são submetidas às revistas da RSC por volta de 9 mil artigos por ano.

O QUE É O "SCIENCE CITATION INDEX"

O *Science Citation Index* é uma base de dados multidisciplinar de onde se pode recuperar os resumos, em inglês, de todas as revistas da literatura científica indexadas à base de dados, o que corresponde a cerca de 70% dos artigos científicos. Nesta base estão indexadas 5.330 revistas que cobrem 160 campos do conhecimento científico, quase 2.000 revistas a mais do que as que estão reunidas na versão impressa e em CD-ROM do SCI, onde estão disponibilizadas, para os usuários, aproximadamente 300.000 referências por semana, que foram citadas em cerca de 17.000 artigos. Hoje, a base de dados do SCI contém aproximadamente 14 milhões de artigos científicos.

A base de dados eletrônica do SCI começou a ser editada em 1986, por isto qualquer busca sobre citações, antes desta data, deve ser feita na coleção impressa. Os usuários do sistema devem tomar certas precauções nas suas buscas sobre citações, porque muitas vezes alguns dados sobre as referências citadas na base de dados do SCI são incorretos, devido principalmente aos seguintes fatores: i) nome do autor estar errado; ii) nome da revista ter sido abreviado ou escrito de maneira incorreta; iii) erro no número do volume da revista; iv) erro no número da página da revista; v) erro no ano de publicação da revista; vi) autores citados fora da ordem. A Tabela 1 contém exemplos que ilustram alguns dos erros mais frequentes. Um outro exemplo, recente, envolvendo a revisão publicada por Dias¹⁰ no *J. Braz. Chem. Soc.* Está ilustrado na Tabela 2.

Tabela 1. Alguns dos erros mais frequentes nas referências citadas na base de dados do SCI Fonte: Science Citation Index: Cautionary Tale - Idiosyncrasies in Cited Reference Data (1998).

causa	Nº Cit.	Autor	Periódico	volume	página	ano
O nome do autor esta grafado errado.	01	AARSAMA TJ	J AM CHEM SOC	104	6278	1982
	19	AARTSMA TJ	J AM CHEM SOC	104	6278	1982
O nome da revista foi abreviado ou escrito de maneira incorreta.	01	HOFFMAN MR	ENV SCI TECHNOL	29	1215	1995
	03	HOFFMAN MR	ENVIRON SCI TECHNOL	29	1215	1995
Erro no número do volume da revista	67	MARCUS RA	ANGEW CHEM INT EDIT	32	1111	1993
	01	MARCUS RA	ANGEW CHEM INT EDIT	30	1111	1993
Erro no número da página da revista	42	CHANDY KM	ACM T PROG LANG SYS	06	6232	1986
	01	CHANDY KM	ACM T PROG LANG SYS	06	632	1986
Erro no ano de publicação da revista	18	HOPFIELD JJ	IEEE T CIRCUITS SYST	33	533	1986
	01	HOPFIELD JJ	IEEE T CIRCUITS SYST	33	533	1988
Autores citados fora da ordem	40	...BUCHWALD SL	J AM CHEM SOC	116	8952	1994
	01	BUCHWALD SL	J AM CHEM SOC	116	8952	1994

Tabela 2. Alguns erros na citação do artigo de Dias¹⁰ no *Journal of the Brazilian Chemical Society*.

Nº Cit.	Autor	Periódico	Volume	página	ano
1	DIAS LC	J BRAZIL CHEM SOC	8	179	1997
8	DIAS LC	J BRAZIL CHEM SOC	8	289	1997
1	DIAS LC	J BRAZIL CHEM SOC	8	299	1997
2	DIAZ LC	J BRAZIL CHEM SOC	8	289	1997

CÁLCULO DO FATOR DE IMPACTO (Fi)

O fator de impacto de periódicos científicos indexados ao *Institute for Scientific Information* vem sendo publicado pelo *Journal of Citation Reports* todos os anos, a partir de 1972. O JCR reúne os dados do *Science Citation Index* (SCI), *Social Sciences Citation Index* (SSCI) e *Arts and Humanities Citation Index* (AHCI), todos publicados pelo *Institute for Scientific Information*. As informações são organizadas no sentido de revelar o número de citações dos artigos publicados nele próprio e nos demais periódicos indexados, naquele ano¹¹. Por exemplo, o fator de impacto de uma revista em 1996 é calculado da seguinte maneira: Número de citações no *Science Citation Index* em 1996 para os artigos publicados em 1994 e em 1995, dividido pelo número de artigos que a revista publicou nestes dois anos. Assim, se a revista publicou 115 e 120 artigos, respectivamente, em 1994 e em 1995, e se estes artigos foram citados 200 vezes em 1996, o fator de impacto dessa revista é 200/235, ou seja o seu Fi em 1996 é igual a 0,851.

Utilizando dois exemplos específicos da área de Química¹¹, observa-se que: o *Chem. Soc. Rev.* publicou 46 artigos no biênio 1991-1992, que foram citados 283 vezes em 1993. Desse modo, o fator de impacto em 1993 do *Chem. Soc. Rev.* foi $283/46 = 6,152$. Neste mesmo biênio o *J. Am. Chem. Soc.*, publicou 4.228 artigos que receberam 22.683 citações em 1993, resultando em um índice de impacto de $22.683/4.228 = 5,365$. Para efeito de comparação, dois outros exemplos de periódicos merecem destaque quanto aos respectivos fatores de impacto em 1993: o *Chem. Rev.*, com um fator de impacto 15,748 e o *Inorg. Chem.*, cujo fator de impacto foi 2,684.

Periódicos de revisão (*review journals*), considerados como "terciários", como por exemplo o *Chem. Soc. Rev.* e o *Chem. Rev.* tendem a ter Fi maiores do que periódicos que publicam trabalhos científicos primários e.g. *J. Am. Chem. Soc.* e *Inorg. Chem.*. Esta mesma tendência é observada em periódicos que publicam artigos primários e revisões. Por exemplo, o *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.* que teve Fi de 8,184, em 1996, deve uma fração significativa de suas citações aos artigos de revisão¹¹. Periódicos que publicam comunicações preliminares tendem a ter Fi mais altos do que os que publicam apenas artigos científicos completos, como pode ser observado na Tabela 3.

Um outro aspecto importante a considerar é quem cita quem. Tomando-se o *J. Am. Chem. Soc.* como exemplo, verifica-se que 20,5 % do seu Fi, em 1993, é devido a sua própria citação, pois das 22.683 citações, 4.650 foram do próprio periódico¹¹, o que corresponde a um Fator de Impacto Interno equivalente a $4.650/4.228 = 1,100$. Ou seja, o *J. Am. Chem. Soc.* foi o periódico mais citado nele mesmo. O *J. Org. Chem.* foi o segundo periódico mais citado, em 1993, no *J. Am. Chem. Soc.*, com 1.204 citações, que corresponde a 5,31 % do Fi da revista. Considerando-se os dez periódicos mais citados no *J. Am. Chem. Soc.*, em 1993, a lista completa-se em ordem decrescente com: *J. Phys. Chem.* (4,21%), *Inorg. Chem.* (4,17%), *Tetrahedron Lett.* (3,94%), *Organometallics* (3,89%), *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* (2,24%), *Chem. Rev.* (2,24%), *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* (2,21%) e *Biochemistry* (2,17%). Estes dez periódicos correspondem, cumulativamente, a 50,88% das citações do *J. Am. Chem. Soc.* Para efeito de comparação, se for considerado número de citações maior do que 50% como

referência, nove periódicos são responsáveis por mais de 50% das citações do *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 14 periódicos pelo *J. Chem. Soc.*, *Faraday Trans.*, 5 periódicos pelo *J. Phys. Chem.* e 10 periódicos pelo *Anal. Chem.*

Utilizando a área de Química Analítica como exemplo, foram necessários, em 1993, 10 periódicos para atingir um número maior do que 50% de citações do *Anal. Chem.*¹¹. Entretanto, outros periódicos da área apresentaram uma abrangência significativamente menor: *Anal. Chim. Acta.*: 5; *Analyst*: 4; *Talanta*: 4; e *Spectrochim. Acta B*: 2. Esta grande diferença pode ser atribuída à penetração do *Anal. Chem.* nas áreas de biociências e química aplicada.

O *J. Braz. Chem. Soc.*, que só foi indexado ao *Current Contents* recentemente, em 10 de agosto de 1998, já aparece no JCR, em 1998, com um fator de impacto 0,293. Isto é bastante significativo, especialmente se considerarmos que a revista é editada no Brasil e tem apenas dez anos. Vale ressaltar que periódicos publicados no terceiro mundo (e.g. Índia, China, Brasil, etc.) tendem a apresentar baixos fatores de impacto. Os motivos são variados. Pode-se citar, por exemplo, a pouca disponibilidade de acesso ao periódico em grandes centros científicos; a baixa prioridade na sua assinatura pelas bibliotecas, e fenômenos culturais do tipo: a preferência dos pesquisadores em publicar os seus melhores trabalhos nos periódicos estrangeiros com alto Fi e, especialmente, no caso do Brasil, o mau hábito de muitos dos pesquisadores brasileiros não citarem os seus colegas brasileiros.

Na Figura 1 esta representada a frequência de Fi dos 193 principais periódicos da área de química, em um universo de 4.623 periódicos (*Journal of Citation Reports, Science Edition, (1995)*). Observa-se que cerca de 21 % dos periódicos apresentaram Fi menor do que 0,5 e 43% destes apresentaram Fi menor do que 1,0. Por outro lado, apenas 21,8 % dos periódicos apresentaram Fi maior do que 2,0.

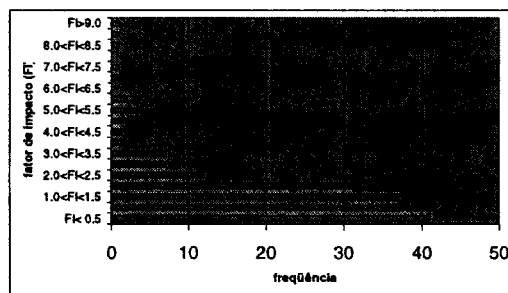


Figura 1. Fator de Impacto (Fi) dos principais periódicos em química. Fonte: *Journal of Citation Reports – 1995 Science Edition*.

POR QUÊ SE DEVE TER CUIDADO NA APLICAÇÃO DO FATOR DE IMPACTO ?¹²

- 1- Porque o número de revistas por área do conhecimento é muito diferente de área para área. Logo, nas áreas com maior número de revistas, os artigos publicados nessas áreas tem probabilidade maior de serem citados do que nas áreas com menor número de revistas.

Tabela 3. Fatores de Impacto (Fi). 1993 (fonte: *Institute of Scientific Information, Philadelphia*) Copiado de: I. A Williams, *Chemistry in Britain*, Feb 1996, pp 31-33. 1995 (fonte: *Journal of Citation Reports – 1995 Science Edition*). 1996 (fonte: *Institute of Scientific Information, Philadelphia*) Copiado de *CHEMISTRY, A European Journal* 1998, 4/1 Editorial.

Periódico	Fi (1993)	Fi (1995)	Fi (1996)	Fi (1997)
Chem. Rev.	15,748	14,513	17,112	18,286
Acc. Chem. Res.	10,879	8,823	10,646	14,045
Angew. Chem. Int.(Eng)	6,168	6,983	8,184	8,560
Chem. Soc. Rev.	6,152	5,604	6,223	6,670
J. Am. Chem. Soc.	5,365	5,263	5,984	5,650
J. Braz. Chem. Soc				0,293
Chem. Eur. J.			4,814	4,828
Anal. Chem.	4,075	4,509	4,550	4,743
J. Med. Chem.		4,146	4,453	3,615
J. Org. Chem.	3,235	3,251	3,722	3,476
Adv. Mater.		3,299	3,630	2,974
J. Chem. Phys.	3,615	3,610	3,520	3,247
J. Phy. Chem.	3,395	3,395	3,370	3,392
Organometallics	2,952	3,118	3,134	3,227
J. Chem. Soc. Chem. Comm.	2,540	2,652	3,107	
Inorg. Chem.	2,684	2,534	2,290	2,736
Tetrahedron Lett.	2,258	2,257	2,497	2,500
Helv. Chim. Acta.	1,995	2,000	2,369	2,683
Tetrahedron	2,128	2,147	2,232	1,222
J. Chem. Soc. Dalton Trans.	1,966	1,955	2,200	2,251
Chem. Ber.	1,801	1,774	1,958	2,150
New. J. Chem.		1,439	1,813	1,851
J. Chem. Soc. Perkin Trans. I	1,283	1,641	1,799	1,918
J. Organomet. Chem		1,645	1,794	1,724
Chem. Lett.		1,504	1,631	1,605
Liebigs Ann		1,303	1,549	1,578
Z. Anorg. Allg. Chem.		1,015	1,159	
J. Prakt. Chem.		0,351	0,551	0,606

Usando como base de dados o *Chemical Abstracts* verifica-se que na Química a percentagem de publicações nas suas sub-áreas, em 1992², ficou assim distribuída: Bioquímica, 39,6%; Físico-Química, Química Analítica e Química Inorgânica, 27,7%; Química Aplicada e Engenharia Química, 20,2%; Química Orgânica, 6,6% e Química Macromolecular, 5,9%.

- 2- Porque o número de referências por artigo varia de área para área. Por exemplo, na área de Bioquímica o número médio de referências por artigo é três vezes maior do que na área de Matemática.
- 3- Porque algumas pesquisas são de caráter mais regional do que outras, mas nem por isso menos importantes para a Sociedade na qual estão inseridas. Este é o caso, por exemplo, da Saúde Pública, Ecologia, Botânica, Geologia, Agro-nomia etc... Nenhum trabalho científico trouxe tanto impacto para a economia do Brasil como os provenientes da investigação das bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio, desenvolvidos na Embrapa, pelo grupo da Prof. Johanna Dobereiner¹³.
- 4- Porque artigos com erros conceituais ou com erros na interpretação dos resultados experimentais são muito citados por serem contestados cientificamente. Um dos casos mais agudos que aconteceu recentemente é o da publicação sobre a fusão a frio. Entre 1988-1992, um dos autores ingleses mais citados foi M. Fleischmann, com 702 citações, em grande parte negativas, referentes aos seus trabalhos neste assunto.

POR QUÊ É IMPORTANTE APLICAR O FATOR DE IMPACTO EM AVALIAÇÕES CIENTÍFICAS?

- 1- Porque publicações científicas vem sendo, cada vez mais, um produto de mercado, tendendo, cada vez menos, a atender a propósitos científicos. Basta ver o número de revistas

científicas que vem sendo lançadas todos os anos, e o preço das assinaturas de algumas revistas, principalmente para bibliotecas. A competição por melhores preços das assinaturas de revistas poderá no futuro vir a influenciar a qualidade da ciência, porque o mercado editorial de publicações científicas é altamente rentável. A *American Chemical Society (ACS)*, a sociedade científica mais importante do mundo, assinou recentemente um acordo com a *Association of Research Libraries (ARL)* e com a *Scholarly Publishing & Academic Resources Coalition (SPARC)* para publicar pelo menos uma nova revista nos próximos 3 anos. A *SPARC* reúne 81 bibliotecas entre seus membros com poder de compra de 500 milhões de dólares. A primeira dessas revistas que se chamará *Organic Chemistry Letters (OCL)* será publicada semanalmente, com começo previsto para julho de 1999. A assinatura desta revista está sendo lançada ao preço de 2.300 dólares por ano para competir com o *Tetrahedron Letters* publicado pela Elsevier e que custa aproximadamente 8 mil dólares. Os custos com publicação científica aumentaram 142% nos últimos 11 anos, obrigando a ARL a cortar cerca de 6% das revistas¹⁴. A situação financeira das instituições de pesquisas, muito mais crítica do que a americana em outras partes do mundo, dá uma dimensão do que poderá ocorrer no Brasil nos próximos anos se os recursos para a aquisição de periódicos continuarem a diminuir, como, aliás, aconteceu com os recentes cortes feitos pela CAPES para as assinaturas das revistas, em 1999.

- 2- Porque a contabilidade numérica cada vez mais posta em prática pelos Comitês de Avaliação das agências de fomento à pesquisa científica tem levado ao imperativo "publicar ou perecer", independentemente do valor científico intrínseco do trabalho. Isto pode ser visto pelo desmembramento de um trabalho na publicação de uma família de notas que levam a números, em prejuízo da consistência do artigo.

- 3- Porque o número de trabalhos experimentais descritivos que vêm sendo publicados, pelo menos na área de Química, onde os objetivos são a realização de medidas e a confecção de tabelas sem fundamentos empíricos e lógicos, desprovidos da paciência do conceito, vêm aumentando ano a ano.
- 4- Porque linhas de pesquisas vem se transformando em verdadeiras fábricas de artigos como se fossem linhas de montagem, sacrificando a formação de pesquisadores críticos às custas da obtenção de índices numéricos.

- 5- Porque é cada vez mais freqüente a cristalização de lideranças científicas com base no número de artigos publicados, quase que única e exclusivamente, em decorrência da responsabilidade pela aquisição e manutenção de instrumentos de grande porte de última geração.

Como alternativa ao fator de impacto e ao número de citações, alguns pesquisadores são de opinião que se deveria utilizar o conceito de vida-média¹², isto é, o período de tempo que o artigo é citado na literatura. Segundo esta corrente,

Tabela 4. Quem é quem na Ciência Química Mundial. Os 50 Químicos mais citados no ISI no período 1981 a junho de 1997. Dados levantados por David A. Pendlebury, Analyst, Research Department, Institute for Scientific Information, Inc (ISI), 3501 Market Street, Philadelphia, PA USA 19104, <http://fluio.univ-lemans.fr:8001/citation.html#Notes>

Nome	Nº de Artigos	Nº de Citações	Nº de Citações/ Nº de Artigos
1. A Bax	152	21.655	142,47
2. J. A Pople (N)	176	14.044	79,80
3. P.V. Schleyer	525	13.559	25,83
4. R. R. Ernest (N)	182	13.069	71,81
5. G. M. Whitesides	318	12.310	38,71
6. H. F. Schaefer	515	11.921	23,15
7. J. C. Huffman	577	11.654	20,20
8. A L. Rheingold	830	11.317	13,63
9. D. Seebach	349	11.275	32,31
10. J. M. Lehn (N)	307	10.823	35,25
11. T. J. Meyer	267	10.490	39,29
12. R. E. Smalley (N)	96	10.456	108,92
13. A J. Bard	333	10.365	31,13
14. D. G. Truhlar	328	10.310	31,43
15. J. J. P. Stewart	39	10.179	261,00
16. E. J. Corey (N)	303	10.129	33,43
17. F. A Cotton	634	9.911	15,63
18. P. A Kollman	140	9.703	69,31
19. M. J. S. Dewar	119	9701	81,52
20. W. L. Jorgensen	154	9.695	62,95
21. R. N. Zare	290	9.617	33,16
22. B. M. Trost	332	9.302	28,02
23. C. W. Bauschlicher	351	9.139	26,04
24. A W. White	866	9.107	10,52
25. R. Taylor	221	9.020	40,81
26. R. J. Bartlett	251	8.984	35,79
27. G. A Somorjai	328	8.958	27,31
28. K. N. Houk	287	8.654	30,15
29. T. J. Marks	217	8.366	38,55
30. S. J. Lippard	230	8.342	36,27
31. K. Raghavachari	123	8.272	67,25
32. R. Hoffmann (N)	248	8.269	33,34
33. A H. Zewail	211	8.208	38,90
34. J. L. Atwood	348	8.109	23,30
35. M. B. Hursthouse	659	8.008	12,15
36. J. M. White	367	7.961	21,69
37. K. B. Sharpless	148	7.931	53,59
38. R. Freeman	151	7.861	52,32
39. D. J. Williams	656	7.761	11,83
40. R. R. Schrock	235	7.725	32,87
41. H. W. K ₂ roto (N)	140	7.514	53,67
42. M. Karplus	141	7.459	52,90
43. G. M. Sheldrick	441	7.453	16,90
44. D. A Evans	148	7.409	50,06
45. L. A Paquette	529	7.402	13,99
46. G. Ertl	242	7.347	30,26
47. K. C. Nicolaou	228	7.337	32,18
48. R. Noyori	183	7.281	39,79
49. W. A Herrmann	387	7.337	18,57
50. D. H. R. Barton(N)	407	7.183	17,65

(N) agraciados com o Prêmio Nobel.

este parâmetro representaria uma medida da utilidade do artigo, se contrapondo a aqueles que por tratarem de inovações metodológicas, na medida que surgem métodos mais modernos, tornam-se obsoletos. A vida média para estes autores seria assim um critério de qualidade, aquilo que por ser bom sobrevive no tempo, como é o caso, por exemplo, da música ou da literatura clássicas. Entretanto, este parâmetro não pode ser aplicado a todas as áreas. A área de Biologia Molecular, por exemplo, cresce tão rapidamente que a vida média dos artigos é de poucos meses. Os pesquisadores jovens e pós-graduandos desta área raramente lêem ou se referem a qualquer publicação com mais de 3 anos. Uma ciência, como a biologia molecular, que cresce de maneira tão rápida, necessita, porém, dificilmente encontra tempo para compreender sua própria história¹⁵.

Na relação dos 50 cientistas mais citados da Química (veja Tabela 4)¹⁶, o primeiro e o quarto são da área de Ressonância Magnética Nuclear. Muitos dos seus trabalhos estão relacionados com o desenvolvimento de técnicas espectroscópicas bidimensionais de RMN e tem alcance muito geral. Da relação constam alguns nomes de cientistas que desenvolveram programas para a área de difração de Raio-X. Mas, o décimo-quinto da lista é o que chama mais atenção porque, apesar de ter o menor número de artigos e talvez ser o mais novo, é aquele cujos trabalhos tem o maior número de citações, quase o dobro do apresentado pelo segundo melhor colocado. Este índice tão alto está relacionado aos seus trabalhos sobre o desenvolvimento de métodos paramétricos semi-empíricos como AM₁ e PM₃, hoje difundidos por quase todas as áreas da Química.

No ano de 1998 concretizou-se uma das profecias de Garfield, o idealizador e responsável pelo ISI que previu a concessão do Prêmio Nobel com base no número de citações¹⁷. Em 1998 o Prêmio Nobel de Química foi ganho por J. A. Pople^{18, 19, 20}, o segundo nome na lista dos cinquenta pesquisadores mais citados da química, um dos pioneiros na utilização de métodos computacionais à química quântica.

A ciência pode se beneficiar muito da aplicação desses parâmetros da cienciometria, mas o seu crescimento e a sua qualidade exigem que se trabalhe em todas as direções para que áreas importantes do conhecimento não se atrofiem por não serem as da moda, aquelas que congregam o maior número de cientistas e que só figuram nas revistas com alto fator de impacto e que transformam cientistas em verdadeiras estrelas a exemplo dos atores de Hollywood. Ao lado disto não se pode esquecer todo o jogo comercial que está envolvido na venda destes bancos de dados. Já se observa uma retração de lideranças científicas de muitas áreas, que estão deixando de prestigiar revistas com baixo fator de impacto, por serem específicas, procurando só publicarem naquelas de alto índice de impacto. Por serem nomes de expressão em suas áreas do conhecimento estes pesquisadores servem de exemplo para os mais jovens, disseminando a falsa impressão de que tudo que é bom em ciência está restrito às revistas de alto fator de impacto. Mas, pior do que tudo isso será a posição das agências de financiamento à pesquisa no Brasil se começarem a discriminar as revistas científicas brasileiras sob o pretexto de que tudo que é publicado nessas revistas é ruim ou de qualidade inferior ao que é publicado no exterior nos países do primeiro mundo. Tradição científica exige tempo, e uma nação como o Brasil onde a atividade científica é recente e a pós-graduação só há pouco tempo começa a se consolidar, principalmente no Sul e no Sudeste²¹, se abrir mão de sua independência científica trilhando o caminho da imitação, ao invés de construir sua própria história de desenvolvimento, estará condenada ao subdesenvolvimento eterno. Nos últimos 25 anos foi enorme o salto da ciência brasileira, graças a pós-graduação, que colocou o país no seleto grupo das 20 nações responsáveis por mais de 1% da produção da ciência mundial. Um bom exemplo, na área de Química, é a qualidade atingida, em apenas 10 anos, pelo *Journal of the*

*Brazilian Chemical Society*²². Como tudo que está na literatura pode ser avaliado, sugere-se que os comitês comecem a comparar a qualidade do JBCS com a de outras publicações similares, em lugar de se aterem apenas a alguns números, que apesar de toda importância não podem se constituir no único critério de avaliação. Convém lembrar que o maior de todos os neuroanatomistas, Santiago de Ramon y Cajal, publicou seus primeiros artigos em espanhol e em revistas locais de seu país. Kolliker, o mais famoso histologista de sua época, aprendeu espanhol para ler os artigos de Cajal²³. Num mundo globalizado como é o de hoje não se precisa chegar ao extremo de se exigir de alguém que publique seus artigos em português, porque qualquer artigo que for publicado em inglês numa revista indexada às bases de dados internacionais só não será lido por quem não quiser ou por puro preconceito. O que não se pode aceitar é que as assinaturas das revistas de química publicadas por editoras comerciais custem, em média, quatro vezes mais do que as editadas por Sociedades Científicas, e tenham fator de impacto menor²⁴.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Professores Dra. Maria D. Vargas (UNICAMP), Dr. Antonio H. Miguel (UC – Riverside), Dr. Luiz Carlos Dias (UNICAMP), Dr. Octávio A. C. Antunes e Dr. Ricardo Bicca D'Alencastro (UFRJ) pelas valiosas discussões e informações.

REFERÊNCIAS

1. de Meis, L.; e Leta, J.; *O Perfil da Ciência Brasileira*, Editora UFRJ, Rio de Janeiro 1996; p 39.
2. Anônimo In Notícias; *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química* 1993, número 5, 2.
3. Morel, R. L. e Morel, C. M.; *Ciência da Informação* 1977, 7, 79.
4. Fonseca, L.; *Ci Cult.* 1992, 44, 172.
5. Meneghini, R. e Fonseca, L.; *Ci Cult.* 1990, 42, 629.
6. Dietrich, C. P.; *Ci Cult.* 1993, 45, 11.
7. Tregenza, T.; *Nature* 1997, 385, 480.
8. Pinto, A. C.; *J. Braz. Chem. Soc.* 1997, 8, editorial.
9. Williams, I. A. e Kirby, G. W.; *Chem. Br.* 1998 julho, 34, 38.
10. Dias, L. C.; *J. Braz. Chem. Soc.* 1997, 8, 289.
11. Williams, I. A.; *Chem. Br.* 1996 novembro, 32, 31.
12. Linardi, P. M.; Coelho, P. M. Z.; Costa, H. M. A.; *Braz. J. Med. Biol. Res.* 1996, 29, 555.
13. Dobereiner, J.; *Biociência & Desenvolvimento* (Encarte especial) 1, 1997, P.2
14. Wilkinson, S.; *C & EN* 1998 Julho, 6, p 4.
15. Rose, S.; *New Scientist* 1998 Setembro, 19, Número 2152, 48.
16. Dados levantados por David A. Pendlebury, Analyst, Research Department, Institute for Scientific Information, Inc (ISI), 3501 Market Street, Philadelphia, PA USA 19104, <http://fluio.univ-jemans.fr:8001/citation.html#Notes>.
17. Garfield, E. e Welljams-Dorof, A.; *Theor. Med.* 1992, 13, 117 Reprinted in: *Current Contents*, 1992, 17 August, 3; 31 August, 3.
18. Stevenson, R.; *Chem. Br.* 1998, 34, 29.
19. Freitas, L. C. G.; *Quím. Nova na Escola* 1998, 8, 3
20. Freitas, L. C. G.; *Quím. Nova* 1999, 22, 293
21. Brockson, T. J.; de Andrade, J. B.; *Quím. Nova* 1997, 20, 29.
22. Pinto, A. C.; Peixoto, E. M. A.; Galembeck, F.; de Andrade, J. B.; De Paoli, M. A.; Avaca, L. A.; Alves, O. L.; *Quím. Nova* 1997, 20, 81.
23. Timo-Iaria, C.; *Ci Cult.* 1992, 44, 10.
24. Christensen, J.; <http://ci.mond.org/9506/950612.html>