

Indicadores ^{de} qualidade da atividade científica

Indicadores bibliométricos vêm sendo progressivamente adotados para a avaliação da qualidade da produção científica e para o estabelecimento de políticas de aquisição de periódicos. Entre os indicadores, o fator de impacto (FI), definido pelo Instituto para Informações Científicas (ISI, na sigla em inglês) tem sido o mais utilizado. No entanto, sua aplicação como critério de identificação da qualidade de uma produção científica precisa levar em consideração não só sua avaliação relativa, mas também as mudanças que esse índice sofre com o tempo. Caso contrário, pode-se incorrer em injustiças no momento da comparação das publicações: de pesquisadores de áreas distintas, para as quais os valores do FI não têm a mesma significação.

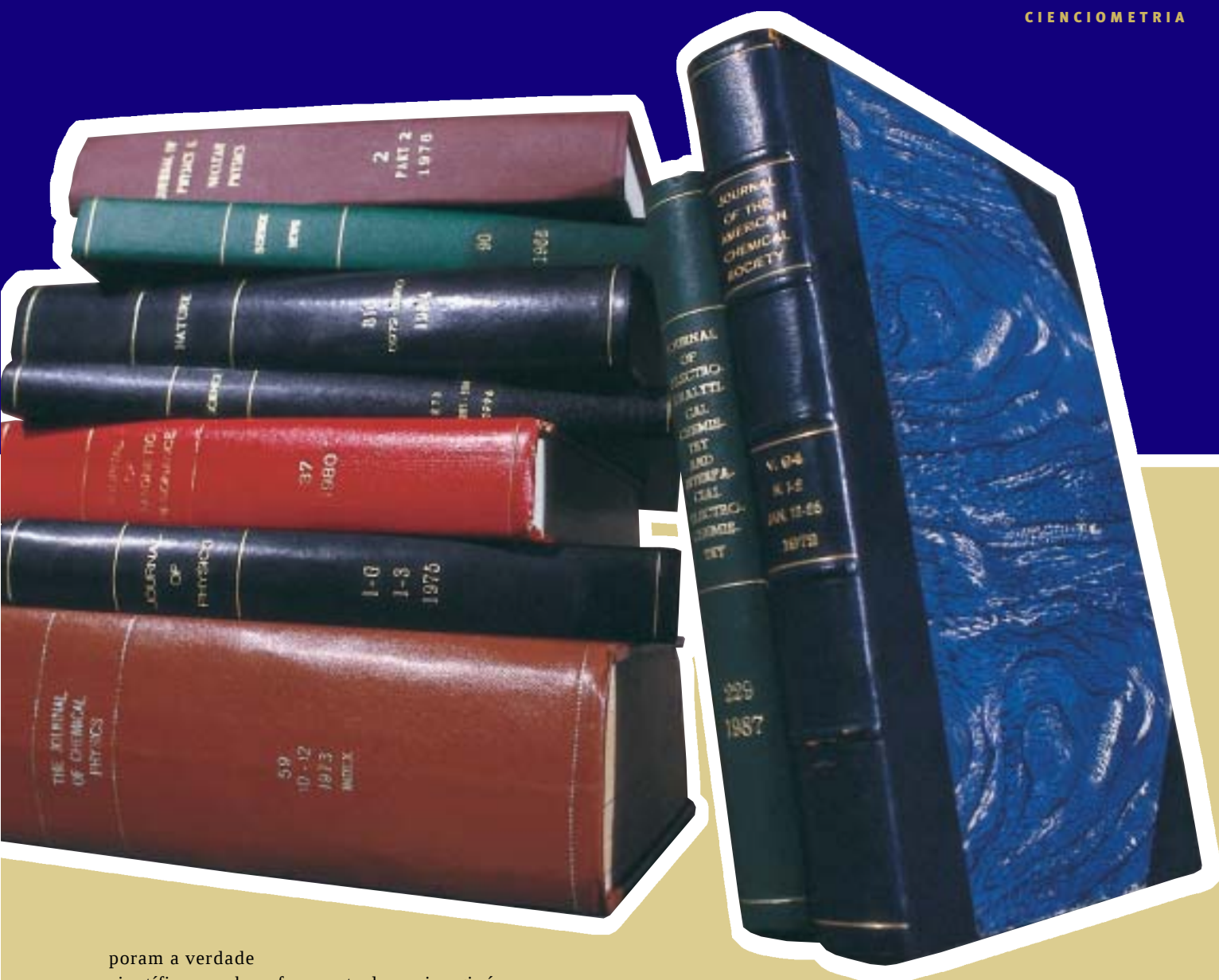
Letícia Strehl e Carlos Alberto dos Santos
Instituto de Física,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Desde os mais antigos debates até os dias atuais, a disputa científica apresenta alguns componentes arbitrários, inicialmente baseados na autoridade e no prestígio dos contendedores. Hoje, com o extraordinário crescimento da literatura científica, os aspectos arbitrários podem ser constatados no universo subjetivo representado pela respeitabilidade do periódico científico.

Esse caráter subjetivo pode ser facilmente comprovado. Imagine que determinado tópico de medicina clínica seja publicado sob diferentes abordagens em vários periódicos. Pergunte a qualquer médico conhecedor da literatura de sua especialidade qual artigo terá a maior prioridade de leitura? Muito provavelmente a resposta ficará entre os artigos publicados em *Nature*, *Science* ou *New England Journal of Medicine*. Isso caracteriza o prestígio e a respeitabilidade das revistas gerais (*Nature* e *Science*) e do *NEJM* na área médica. O mesmo se dirá do *Physical Review Letters* no caso da física.

Então, em uma primeira aproximação, pode-se avaliar a qualidade de uma produção científica pelo prestígio do periódico onde foi publicada. Existem dois problemas com essa abordagem. O primeiro está em como definir objetivamente o 'prestígio' de um periódico. O segundo refere-se ao fato de que, ao proceder dessa maneira, estamos passando por cima da avaliação propriamente dita da qualidade do trabalho científico.

O conceito de qualidade pode ser definido de duas formas, uma absoluta e outra relativa. Critérios absolutos seriam baseados na presunção de que trabalhos de boa qualidade são aqueles que incor-



poram a verdade científica – embora faça parte de um imaginário absolutista, o conceito de ‘verdade científica’ é, na prática, representado pela possibilidade de melhor compreensão dos fenômenos empíricos. Adotada essa premissa, a qualidade de uma contribuição científica só poderia ser medida a partir de uma retrospectiva histórica. O modo relativo, por outro lado, utiliza uma definição social e tem como base o ponto de vista filosófico segundo o qual a verdade absoluta não existe. Assim, a qualidade de um trabalho é definida como o que está sendo útil para a comunidade em um dado momento. Nessa concepção, a definição da qualidade de um trabalho é feita a partir do consenso social.

Duas conclusões emergem do parágrafo acima. Em primeiro lugar, excetuando os trabalhos clássicos e consagrados, é extremamente complexa a tarefa de avaliar a qualidade de um trabalho científico de acordo com a perspectiva histórica. Em segundo lugar, o modo relativo aponta para um indicador de qualidade socialmente aceito pela co-

munidade científica. Estamos nos referindo ao número de citações que um trabalho publicado recebe, pois, na maioria das vezes, há uma forte correlação entre o número de citações e a qualidade de um artigo científico. Convém destacar que, no plano de análise absoluta, o fato de um conjunto particular de trabalhos ser momentaneamente ou temporariamente ignorado não significa baixa qualidade.

Embora limitada ao sentido social, a análise de citações é um método de avaliação da qualidade de publicações científicas mundialmente difundido, e vem se desenvolvendo como campo de pesquisa no âmbito da bibliometria e da cienciometria. Tais áreas do conhecimento são dedicadas aos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada, bem como aos aspectos quantitativos da ciência enquanto disciplina ou atividade econômica. Nesse cenário, é razoável que seja- ▶

Figura 1.
Curva
de citações
de um
periódico
a partir de
sua publicação
(dados
hipotéticos)

mos levados a estabelecer coeficientes numéricos quando passarmos da conceituação à concretização da avaliação através da análise de citações.

Podemos facilmente enunciar conceitos previsíveis, mas temos enorme dificuldade para tornar prático o uso desses conceitos. Por exemplo, um artigo científico de qualidade é aquele que trata corretamente um problema científico relevante. Mas, o que significa tratar corretamente um problema científico, e como se mede a sua relevância? Não é simples abordar tais questões, mas é aceitável admitir o contexto social. Assim, a relevância de um trabalho científico pode ser indicada pelo número de pesquisadores interessados no problema. Esse número é, na maioria dos casos, proporcional ao número de artigos sobre o problema.

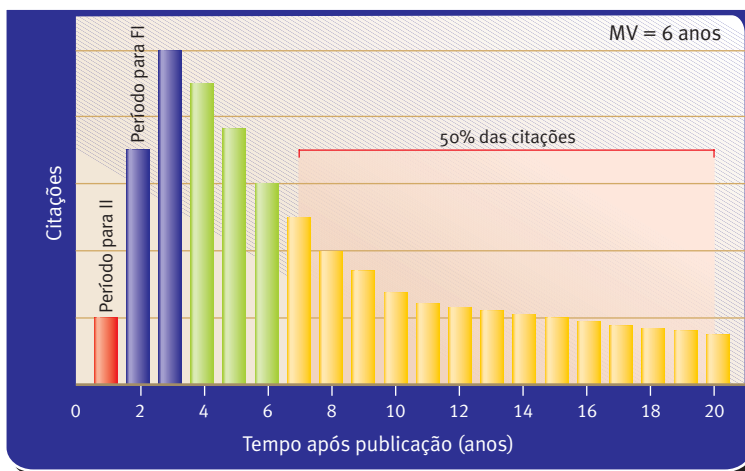
Além disso, quanto maior o número de referências favoráveis a um determinado artigo, mais relevante é o mesmo. Enfim, facilmente se desemboca em números quando se tenta objetivar a conceituação. Isso torna-se mais evidente à medida que cresce a população de pesquisadores e o número de artigos publicados.



O fator de impacto e outros indicadores

Tendo como pano de fundo questões similares àsquelas levantadas acima, Eugene Garfield propôs, em artigo publicado na *Science* (v. 122, p.108, 1955), o conceito de Fator de Impacto (FI). Em seguida Garfield fundou o ISI, com o objetivo de fornecer informações sobre pesquisas correntes. Desde então, e principalmente em função dos trabalhos desenvolvidos a partir dos anos 60 – a criação do *Science Citation Index* (SCI), do *Social Science Citation Index* (SSCI) e do *Arts and Humanities Citation Index* (AHCI) –, o FI e outros índices correlatos têm sido objeto de generalizada controvérsia e de alguns equívocos na sua utilização.

Entretanto, tais índices são as principais fontes de informação desse tipo desde 1963. Há pelo menos duas décadas, além dos dados de citações, essas fontes fornecem também dados bibliográficos completos, acompanhados de resumos, cobrindo mais de 16 mil periódicos internacionais, livros e anais, em ciências, ciências sociais, artes e humanidades.



O *Journal Citation Reports* (JCR), outro produto desenvolvido pelo ISI, é a única fonte de referência sobre dados de citações de periódicos internacionais que permite a avaliação, categorização e comparação de periódicos científicos através de parâmetros quantitativos. As principais informações publicadas no JCR são os seguintes indicadores bibliométricos: 'fator de impacto' (FI), 'índice de imediatez' (II) e 'meia-vida das citações' (MV).

O FI de um periódico, em determinado ano, é calculado dividindo-se o número de citações feitas no ano da avaliação (em todos os periódicos indexados) a itens publicados por ele nos dois anos imediatamente anteriores pelo número de artigos (itens-fonte) publicados nesse mesmo periódico também nos dois anos anteriores ao da avaliação. O II corresponde ao número de vezes que um artigo de um periódico específico é citado (em todos os periódicos) durante o ano da sua publicação. Ele aponta, portanto, a rapidez com que um trabalho é citado: quanto menor o tempo entre a publicação de um documento e sua citação em outros, maior será o valor do 'índice de imediatez'. A MV das citações corresponde ao tempo (em anos) necessário para que 50% das citações recebidas por um periódico apareçam na literatura científica. A curva de citações de um periódico, ao longo dos anos, permite compreender esses índices (figura 1).



Sobre os critérios do CNPq e da Capes

Uma questão que vem incomodando cientistas e administradores da ciência em todo o mundo refere-se à necessidade de definir critérios de qualidade para a seleção de projetos de pesquisa. As agências de fomento valem-se da assessoria de pesquisadores experientes para a tomada de deci-

são quanto ao financiamento de projetos submetidos a elas. A progressiva diminuição da relação recurso/demanda, no entanto, fez com que critérios mais rígidos, geralmente baseados na qualidade da produção científica da equipe envolvida nos projetos, se tornassem uma necessidade inadiável.

De modo generalizado no mundo, os critérios sobre qualidade da pesquisa científica focavam-se, inicialmente, na quantidade de artigos publicados, de preferência em revistas científicas internacionalmente reconhecidas. No Brasil, por volta de 1998, o Comitê Assessor de Física e Astronomia (CA-FA) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) passou a usar o FI como indicador de qualidade da produção científica dos pesquisadores, sobretudo dos candidatos à bolsa de produtividade em pesquisa (BPP).

Estabeleceu-se que para manter uma bolsa desse tipo seria necessário publicar um artigo por semestre em revista com FI superior a 1. A partir de 1998, também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) vem usando um critério similar para avaliação dos cursos de pós-graduação na área da física. Nesse caso, os periódicos são classificados em três níveis de qualidade: A (FI superior a 1), B (FI entre 0,5 e 1) e C (FI inferior a 0,5).

Levando em conta que decisões dessa natureza podem afetar praticamente toda a comunidade científica nacional, se vierem a ser estendidas para outras áreas científicas, torna-se relevante questionar qual a validade da escolha do FI como índice absoluto da qualidade de uma produção científica. A distribuição dos valores do FI nas diversas áreas da ciência sugere que o uso desse índice precisa ser contextualizado e relativizado. Há casos em que o menor FI de uma área é superior ao maior FI de outra.

Outra dificuldade com a escolha arbitrária de um FI para delimitar níveis de qualidade é o fato de que são muito díspares as distribuições dos valores de FI. No JCR de 1999, por exemplo, enquanto a área de física (excluindo astronomia e astrofísica) apresenta 14 periódicos com FI superior a 5 (o valor máximo é 16,833), a área de bioquímica e biologia molecular apresenta 41 (FI máximo de 37,111). Embora a comunidade internacional de físicos publique mais que a de bioquímicos (78.615 artigos de física contra 48.293 de bioquímica e biologia molecular em 1997/1998), os números acima

mostram que um bioquímico ou um biólogo molecular tem mais facilidade de publicar em periódico com FI superior a 5 do que um físico.

Para ilustrar de modo mais detalhado algumas questões relacionadas com o uso indiscriminado do FI como critério de avaliação, analisamos os FI's, entre 1992 e 1999, de periódicos dos setores de 'física aplicada', 'física da matéria condensada' e 'astronomia e astrofísica'.

A variação temporal do FI é um aspecto importante a ser considerado no momento da adoção de um indicador, seja pela necessidade de conhecer as variáveis causadoras da oscilação, seja pelo reconhecimento da necessidade de definição do período ao qual se refere o indicador no momento de sua aplicação. Para ilustrar esse tipo de variação, selecionamos três revistas com FI próximo de 1 (figura 2), e observamos que, no período entre 1992 e 1999, o FI apresentou uma variação de cerca de 40% (a mais ou a menos) em torno do valor médio (1).

Recentemente, pesquisadores da editora Elsevier Science, que publica 1.927 revistas científicas, investigaram esse tipo de problema a partir de uma amostra de 4 mil periódicos e descobriram uma correlação entre o tamanho do periódico e a flutuação do FI de um ano para o seguinte. O tamanho é definido como o número de artigos publicados por ano pelo periódico. Para pequenos periódicos (menos de 35 artigos por ano) a flutuação em torno do FI médio é superior a 40%. Mesmo para grandes periódicos (mais de 150 artigos por ano), tal flutuação atinge valor superior a 15% (a mais ou a menos). Entretanto, há casos em que grandes periódicos exibem flutuação bem superior a 15% (como se verifica na figura abaixo, na qual os três periódicos podem ser considerados grandes).

Da mesma forma, os dados analisados sobre os três setores da física mostram que os valores do FI são altamente instáveis, tanto que a distribuição desse índice muda totalmente de um ano para

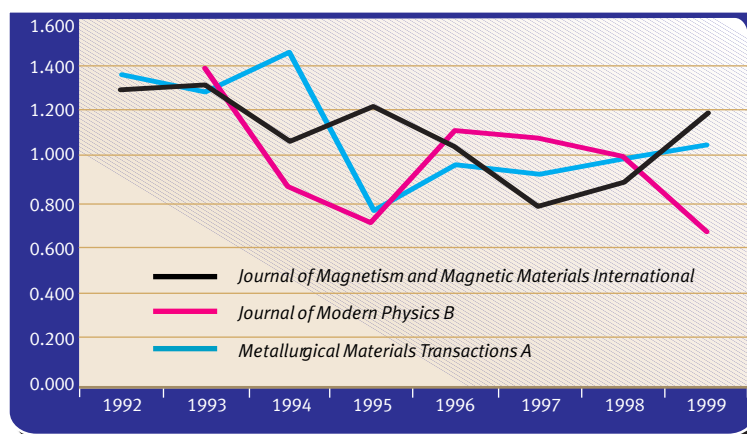
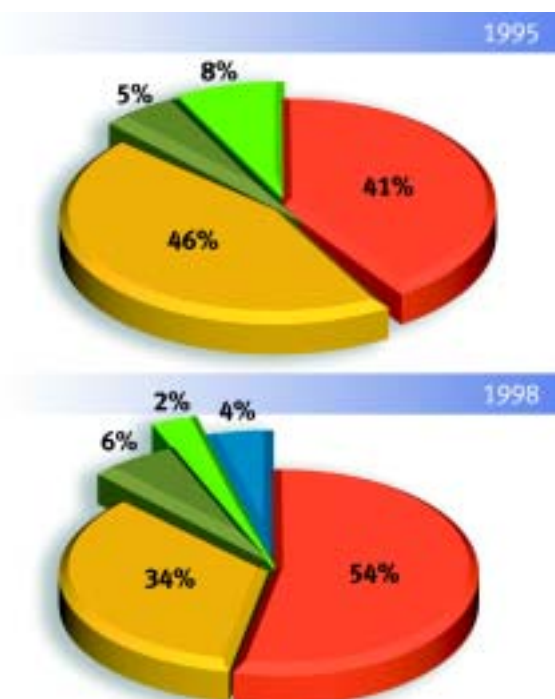
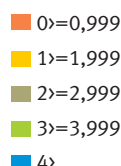


Figura 2. Variação do FI entre 1992 e 1999 de três periódicos (com FI próximo de 1 em 1998)

Figura 3.
Comparação
da distribuição
do FI nos anos
de 1995
e 1998 para
os periódicos
do setor
de 'física
da matéria
condensada'



outro. A análise revela que, definindo-se FI igual ou maior do que 1 como critério de escolha de um periódico, os pesquisadores de 'física da matéria condensada' teriam, em termos proporcionais, menos títulos (figura 3) à sua disposição para publicar em 1998 (22 periódicos, de um total de 47) do que tinham em 1995 (23, de um total de 39).

A comparação entre os três setores da física, em 1998 (figura 4), traz outras revelações interessantes. O setor de 'física aplicada' tem fator de impacto inferior ao registrado no de 'física da matéria condensada', tanto na média (0,8) quanto na distribuição. O maior FI, em 'física aplicada', é o da publicação *Material Research Society Bulletin* (FI = 3,376), seguido pelo de *Applied Physics Letters* (FI = 3,349). Apenas quatro revistas desse setor têm FI maior que 2, enquanto 94% das revistas (61, em 65) apresentam FI menor que 2. A situação é relativamente mais favorável no setor 'astronomia e astrofísica', que contava com 37 periódicos em 1998. O FI médio (1,6) é maior que os anteriores, e há ainda maior número de revistas com FI superior a 3 e menos revistas com FI menor que 2 (79%).

Apenas pela comparação entre esses três setores da física é possível perceber que o uso do FI como instrumento de avaliação qualitativa da produção científica requer um conhecimento detalhado de como se dá a distribuição dos valores desse índice nas áreas a serem avaliadas. Parece óbvio que FI menor que 1 não tem a mesma significação em cada um desses setores da física. Por exemplo: em 'física

da matéria condensada', FI igual a 0,883 (*Solid State Electronic*) corresponde ao 27º lugar, enquanto em 'astronomia e astrofísica' FI igual a 0,826 (*Planet Space Science*) corresponde ao 22º lugar.

Isso poderia sugerir que no setor de 'física da matéria condensada' os FI seriam maiores que no de 'astronomia e astrofísica', mas vimos acima que isso não é verdade, pois a média na última é superior à média na primeira. A aparente contradição resulta da forma de distribuição dos valores do fator de impacto. No setor 'astronomia e astrofísica', 21% dos periódicos têm FI superior a 2, enquanto no de 'física da matéria condensada' apenas 12% estão nessa faixa. O FI sobe de 0,967 para 2,050, em 'física da matéria condensada', quando se sobe do 24º para o 5º lugar. Em 'astronomia e astrofísica', esse mesmo salto corresponde a uma elevação do FI de 0,773 para 2,912. Portanto, elevações similares no rank dos periódicos não equivalem a mudanças semelhantes no FI.

A situação é mais curiosa ainda quando se analisa o setor 'física aplicada'. Nesse setor, a revista que ocupa o 24º lugar (*Topic in Applied Physics*),

Figura 4.
Distribuição
dos valores
de FI (em 1998)
de periódicos
dos três setores
da física
analisados

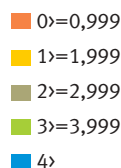


Figura 5. Valores do 'fator de impacto' (máximos, médios e para certos limites de distribuição) de periódicos de algumas áreas do conhecimento

Áreas de Conhecimento	Periódicos	FI Máximo	FI Médio	FI > 75%	FI > 50%
Acústica	20	1,8	0,5	1,2	0,7
Alergia	18	3,8	0,9	1,7	1,1
Biologia	57	5,8	1,2	1,8	0,8
Física Aplicada	59	2,2	0,9	1,6	0,9
Física Atômica e Molecular	26	3,2	1,4	2,0	1,4
Química Inorgânica e Nuclear	32	3,8	1,2	1,7	0,9
Ótica	43	2,4	0,7	1,1	0,6

Obs.: FI > 75% é o limite inferior do quartil com os periódicos de FI mais alto, e FI > 50% é o valor do periódico situado no ponto médio da distribuição de FI's.

por exemplo, tem FI igual a 1,143, sugerindo que o FI, nesse setor, seria superior ao de 'física da matéria condensada', o que é um equívoco. Além disso, apenas quatro revistas de 'física aplicada' apresentam FI maior que 2, correspondendo a apenas 7% do total de revistas desse setor.

Portanto, para a aplicação do FI como critério de identificação da qualidade de uma produção científica, deve-se levar em consideração sua condição relativa e mutável. Caso contrário, pode-se cometer injustiças no momento da comparação das publicações de pesquisadores de setores distintos, cujos valores de FI não têm a mesma significação.



Uma alternativa de uso relativo do FI

Foram propostas recentemente inúmeras alternativas de procedimentos destinados a normalizar indicadores bibliométricos, com diferentes graus de complexidade em sua forma e em sua operação. Para ficar no âmbito do fator de impacto, e no contexto do uso pelas agências de fomento, sugerimos aqui uma alternativa formalmente simples e de fácil aplicação. Para explicar essa alternativa, usaremos os dados de uma tabela (figura 5) que reúne áreas com diferentes características, em termos de tamanho (quantidade de periódicos) e valores de FI.

Apenas para efeito de ilustração, esse exemplo usa dados publicados no *Journal Citation Reports* referentes a 1997, mas quando se tratar de uma aplicação real seria conveniente usar os valores médios dos indicadores calculados para um período não inferior a uma década. É importante chamar a atenção para o fato de que as revistas que publicam exclusivamente artigos de revisão ou comunicações rápidas foram excluídas dos dados apresentados, já que alguns estudos demonstram que tais periódicos distorcem de modo considerável a distribuição de FI.

Na tabela considerada, o valor médio do fator de impacto é dado pela soma dos valores de todos os periódicos, dividida pelo número total deles. Para entender o que significam as colunas FI > 75% e FI > 50% imagine que a distribuição de todos os FI de um determinado setor seja dividida em quatro partes iguais (ou, tecnicamente, 'quartis'). Assim, FI > 50% representa o FI situado na metade da distribuição (eventualmente, FI > 50% é igual a FI médio), enquanto FI > 75% representa o menor valor do quartil superior, isto é, o menor valor entre os periódicos situados entre os 25% com melhor FI.

Esses números mostram a existência de pelo menos duas alternativas simples ao uso absoluto do FI. A primeira é considerar o valor médio do FI como limite de qualidade. Nesse caso, para 'física aplicada' o limite seria 0,9, mas para 'física atômica e molecular' ele subiria para 1,4. A outra opção é considerar o FI que limita determinada faixa de distribuição dos FI's: o valor limite do quartil de melhor avaliação ou o valor limite da metade superior da distribuição.

Como se vê, não há uma relação simples entre os parâmetros utilizados, mas fica claro que, considerando os valores médios, o uso de um valor absoluto de FI igual a 1, por exemplo, como critério de avaliação da qualidade seria prejudicial para as áreas de 'acústica', 'alergia', 'física aplicada' e 'óptica', e benéfico para as outras presentes na tabela. Uma solução razoável talvez fosse considerar o menor valor entre o FI médio e o FI maior que 50%. Nesse caso, uma produção científica de qualidade seria a publicada em periódico com FI acima da média da área, ou com FI situado na metade superior da distribuição de FI da área. Se a exigência de qualidade for maior, pode-se optar pelo valor de FI que limita o quartil superior da distribuição (os 25% com melhor FI), o que, nesse exemplo, significaria um FI de 1,1 na área de 'óptica', mas um FI bem maior – 2 – na área de 'física atômica e molecular'.

Sugestões para leitura

MEIS, L. e LETA, J.
O perfil da ciência brasileira, Rio de Janeiro, ed. UFRJ, 1996.

Revista Ciência da Informação, v. 27, n. 2, 1998.
Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (a edição contém vários artigos sobre bibliometria e cienciometria).

GARFIELD, E.
Site na internet (<http://www.garfield.library.upenn.edu/>), com vários textos interessantes sobre indicadores bibliométricos.
Lista de discussão Sigmetrics (grupo de discussão sobre bibliometria e cienciometria) – inscrições no site (<http://web.utk.edu/~gwhitney/sigmetrics.html>)