

MÉTRICAS PARA A CIÊNCIA E TECNOLOGIA E O FINANCIAMENTO DA PESQUISA: algumas reflexões

METRICS FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY AND RESEARCH FUNDING: reflections on evaluation

Suzana Pinheiro Machado Mueller - mueller@unb.br
PhD, Information Studies
Professora Titular
Departamento de Ciência da Informação e Documentação
Universidade de Brasília.

Resumo

Traz-se a discussão da avaliação da ciência e da tecnologia para o campo da Ciência da Informação, enfatizando-se os problemas da adequação dos indicadores utilizados na avaliação desses dois tipos de conhecimento e a possível contribuição da área para o assunto. Argumenta-se que as diferenças na natureza da ciência e da tecnologia forçam a elaboração de indicadores também diferentes. Privilegia-se a ótica da avaliação e uso de métricas como instrumentos de suporte à decisão em questões de fomento por agências governamentais. Discutem-se primeiramente as métricas para ciência e tecnologia de maneira geral e, em seguida, as métricas específicas para a avaliação do conhecimento científico e do conhecimento tecnológico. Questões sobre quem pode melhor avaliar a tecnologia ou inovação e a necessidade de inclusão de dados externos ou de insumo à produção, são brevemente apresentadas

Palavras-chave: Avaliação da ciência e tecnologia. Indicadores para avaliação da ciência e tecnologia. Métricas para a ciência e tecnologia.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento científico e tecnológico interessa a todas as nações e governos, pois pode levar à aplicação da tecnologia e à inovação de seus produtos e atividades. Isso estimula a economia, elevando, potencialmente, a riqueza nacional e o bem estar de seus cidadãos. Além disso, produzir conhecimento científico e tecnológico aumenta o prestígio de um país em nível internacional. Esses são alguns dos motivos que levam os países a se esforçarem para capacitar pesquisadores e estimular as atividades de pesquisa. Mas a produção de conhecimento científico e tecnológico é cara e os fundos disponíveis nunca são suficientes para todas as demandas. Há também diferenças entre essas demandas, não apenas quanto à qualidade das propostas que buscam financiamento, mas também quanto à sua natureza e objetivos: algumas propostas parecem estar mais afinadas com as metas estabelecidas pelos governos ou seus

interesses mais amplos. Assim, as agências de fomento de um país precisam de sistemas de avaliação da ciência e tecnologia, não apenas para mapear e saber o que é produzido, mas para identificar e estimular as melhores iniciativas, tendo em vista seus programas e metas.

No Brasil, o sistema universitário, especialmente os cursos de pós-graduação das instituições públicas, federais e estaduais, tem sido o maior responsável pela criação de novos conhecimentos. Nossos pesquisadores são, em sua grande maioria, professores desses cursos. Historicamente, o Governo brasileiro tem tido papel preponderante na formação para pesquisa e na determinação dos rumos da ciência nacional, agindo principalmente por meio de suas agências de fomento, financiando a formação de pesquisadores em universidades estrangeiras e também os cursos nacionais. A CAPES (agência federal subordinada ao Ministério de Educação) é a instância encarregada de credenciar oficialmente os programas e cursos de pós-graduação brasileiros, e de financiá-los. Periodicamente, essa agência realiza detalhada avaliação desses programas e concede credenciamento e financiamento àqueles que atingem determinado nível de qualidade, representada por uma nota em escala de 7 pontos. O Ministério de Ciência e Tecnologia também tem um papel ativo no processo de indução e fomento à pesquisa científica e tecnológica, especialmente por meio de suas agências FINEP e CNPq. A FINEP define o seu objetivo como sendo o de “promover e financiar a inovação e a pesquisa científica e tecnológica em empresas, universidades, institutos tecnológicos, centros de pesquisa e outras instituições públicas ou privadas, mobilizando recursos financeiros e integrando instrumentos para o desenvolvimento econômico e social do País” (FINEP, 2007). O CNPq, por outro lado, é uma agência “destinada ao fomento da pesquisa científica e tecnológica e à formação de recursos humanos para a pesquisa no país” (CNPq, 2007). Tem sido a principal agência federal de financiamento de pesquisas nas universidades, tendo como foco não os cursos, como a CAPES, mas pesquisadores. Outros ministérios mantêm programas ou fundos para financiamento de pesquisas de interesse para suas áreas específicas, como o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e o Ministério da Saúde, dentre outros. Vários Estados da Federação têm suas próprias agências e mecanismos de fomento à pesquisa, mas seu papel no desenvolvimento e produção de conhecimento científico e tecnológico tem sido muito desigual. O Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, por exemplo, exerce influência sobre os rumos da pesquisa e papel financiador comparável às agências federais, mas, em alguns Estados, as agências, com pouca verba, se vêem impedidas de contribuir de maneira significativa para o desenvolvimento de pesquisas.

Os parâmetros de avaliação estabelecidos pela CAPES e pelo CNPq são adotados, às vezes com algumas adaptações, pela maior parte das universidades e agências de fomento estaduais e outras entidades de fomento no país. Ao longo dos anos, a CAPES e o CNPq desenvolveram e aprimoraram sistemas de avaliação para orientar suas atividades de fomento, que consideram a produção científica sob dois aspectos: qualitativo e quantitativo. De maneira geral, a avaliação qualitativa envolve a análise crítica do conteúdo de textos, tais como projetos e relatórios, e a avaliação quantitativa

considera o volume de produção e índices de qualidade do conjunto da obra do autor, instituição, periódico ou nação que está em julgamento. Avaliações qualitativas são frequentemente realizadas pelas agências de fomento brasileiras no julgamento de propostas de pesquisa para solicitação de bolsas e financiamentos ou no julgamento de relatórios das pesquisas que receberam financiamento. Um primeiro avaliador, quase sempre *ad hoc*, examina e emite parecer sobre os conteúdos dos textos apresentados. Essa avaliação será depois revista por um segundo avaliador ou comissão. A avaliação quantitativa, nessas agências, tem sido feita sobre o conjunto correspondente a um período (geralmente de 3 a 5 anos) da obra do pesquisador, programa ou instituição que solicita fomento. Vê-se, portanto, que as duas formas de avaliar não são conflitantes, mas se complementam, retratando a capacidade e regularidade de produção já demonstrada pelo avaliado (avaliação quantitativa) e a qualidade intrínseca de seu trabalho (avaliação qualitativa).

As agências de fomento brasileiras costumam considerar ainda outros aspectos relacionados ao pesquisador ou à instituição solicitante para concessão de financiamento e incentivos. Por exemplo, a “capacidade formadora” do pesquisador ou curso, medida principalmente pela quantidade de teses e dissertações orientadas pelo pesquisador ou produzidas no curso, tem sido considerado indicador de qualidade. Recentemente, a “inserção social” entrou como novo item a ser avaliado pela CAPES. De acordo com Ribeiro (2007), “essa inovação [...] significa o reconhecimento oficial, pela CAPES, de que a pós-graduação tem uma responsabilidade social e deve assim, não apenas melhorar a ciência, mas também melhorar o país...”.

As práticas de avaliação desenvolveram-se voltadas para a produção científica e acadêmica, mas passaram também a valer, com algumas adaptações, para a produção do conhecimento tecnológico e inovação. Mas, como argumentado por Geisler (1999), há diferenças significativas entre conhecimento científico e tecnológico, em seus objetivos, práticas e responsabilidades, e em suas formas de divulgação e certificação. Assim, não parece correto ou adequado aplicar os instrumentos e a experiência acumulada na avaliação da ciência à avaliação de tecnologia e de inovação. Crescentemente, as agências de fomento vêm estimulando a pesquisa tecnológica e a inovação, o que implica a necessidade de adaptações no sistema de avaliação existente.

Pesquisadores de várias áreas se preocupam com questões relacionadas à avaliação da produção científica, entre elas a Ciência da Informação. Pesquisadores dessa área têm se dedicado à mensuração de diversos aspectos da produção do conhecimento científico e à construção de indicadores apropriados para a tarefa. Mas são poucos os trabalhos dedicados à avaliação de tecnologia e inovação. Este artigo pretende reunir algumas idéias encontradas na literatura sobre as diferenças de avaliação entre produção científica e tecnológica, em uma tentativa de contribuir para o melhor entendimento do problema.

O texto está organizado da seguinte maneira: após esta introdução segue uma seção onde são expostos alguns pontos sobre a mensuração da ciência em geral e o fomento à

pesquisa. A seguir, são discutidas métricas dedicadas à ciência e depois aos problemas da mensuração de tecnologia. O texto conclui com comentários e algumas considerações sobre os principais pontos discutidos.

2 A MENSURAÇÃO DA CIÊNCIA COMO INSTRUMENTO PARA O FOMENTO

São vários os textos na literatura nacional e internacional da Ciência da Informação que tratam da questão da mensuração da ciência, especialmente de técnicas, como a bibliometria, cientometria, infometria. Em texto recente, Araújo (2006) faz um levantamento histórico citando diversos autores, inclusive brasileiros, que têm contribuído para o estudo e o desenvolvimento do tema. Em 1998, a revista *Ciência da Informação* dedicou um fascículo (v. 27, n.2) a um *Seminário sobre Avaliação da Produção Científica*, realizado em São Paulo, em março de 1998, patrocinado pela Scielo, no qual os temas bibliometria, infometria e cientometria, seus métodos e sua problemática, suas aplicações e indicadores foram bem discutidos.

O assunto tem despertado também o interesse de pesquisadores de outras áreas, quase sempre tendo como objeto ou contexto seu próprio campo de atuação e a preocupação com o uso de indicadores para decisões de fomento. O texto de Dainesi e Pietrobon (2007), um editorial, publicado na *Revista Brasileira de Psiquiatria* pode ser citado como exemplo. Nesse editorial, os dois autores expressam a convicção de que, dada a complexidade da ciência, os indicadores atualmente disponíveis não são suficientes para mapear a produção científica. Os responsáveis por política científica e agências de fomento, por outro lado, buscam aprimorar os indicadores utilizados, adequando-os à evolução da sociedade e às necessidades das várias áreas, como demonstram os recentes artigos publicados por Spagnolo e Souza (2004) e Ribeiro (2007). Os primeiros relatam ampla enquête realizada pela CAPES entre membros de comissões avaliadoras das diversas áreas e, o segundo, parte de uma série de pequenos artigos divulgados no boletim eletrônico *Sala de Imprensa*, publicado pela CAPES, explica como se dá o processo de avaliação dos cursos e programas de pós-graduação, focalizando especialmente a escolha de indicadores.

Mas o que são indicadores e métricas no contexto da avaliação da ciência e da tecnologia? Geisler (2000, p.48, 69) oferece definição para ambos os termos: define *indicadores da ciência* como um termo genérico que se aplica a um amplo espectro de medidas quantitativas utilizadas para medir atividades, insumos, e resultados da pesquisa, desenvolvimento e inovação; e define o termo *métricas* como um sistema de medidas que inclui o item objeto da medida, a unidade de medida e o valor da unidade. Geisler classifica as métricas como objetivas ou subjetivas. A avaliação pelos pares é citada pelo autor como uma métrica subjetiva e a contagem de patentes como uma métrica objetiva. Ainda de acordo com a definição de Geisler, as métricas podem tomar vários formatos, por exemplo, uma medida única, uma razão (entre duas medidas), um índice, ou ainda uma medida integrada que combine várias métricas, até mesmo com atributos diferentes, objetivos e subjetivos.

Ao longo do tempo, com base em técnicas estatísticas, foram desenvolvidas e aperfeiçoadas várias práticas para descrever e medir a literatura científica, e a partir dessas, indicadores. Entre as medidas quantitativas mais utilizadas estão: distribuição estatística, séries temporais, contagem de diferentes variáveis, resultados de levantamentos e correlação entre variáveis. Os indicadores mais influentes para medir a literatura científica periódica são publicados pela Institute for Scientific Information, ISI, hoje Thomson Scientific, uma entidade dedicada à análise estatística de citações e elaboração de instrumentos e indicadores baseados em contagem de citações feitas em periódicos e publicações seriadas. Em sua essência, esses indicadores são amplamente aceitos e utilizados por países e instituições de pesquisa e tecnologia em todo o mundo, mas não sem críticas quando se considera sua aplicação e interpretação, especialmente por países em desenvolvimento.

Indicadores econômicos e sociais, externos à literatura científica, são também utilizados por vários países para medir a ciência, mas também para esses há críticas e restrições. Kondo (1998), por exemplo, adverte para a necessidade da adaptação dos indicadores internacionais às condições específicas do país, especialmente tratando-se de países não pertencentes à Organization for Economic Cooperation and Development (OCDE), que é, segundo o autor, a principal fonte de referência desses indicadores. Em seu artigo, Kondo propõe novo marco conceitual que inclui considerações relacionadas ao bem estar social, além da eficiência econômica, antecipando em alguns anos o novo indicador de cunho social, proposto recentemente pela CAPES, citado acima (RIBEIRO, 2007). Reforçando a visão de Kondo ao citar a OECD como principal referência para indicadores econômicos da ciência, Geisler (1999, p.48-49) comenta que as primeiras tentativas de construção de indicadores padronizados para ciência partiram da OECD em 1963 (Manual Frascati) e da United Nations Educational Scientific and Cultural Organization – UNESCO em 1968. Ainda com referência aos indicadores econômicos propostos pela OECD, Leydesdorff (2005) considera que as circunstâncias em que foram elaborados explica sua emergência como uma resposta “à importância crescente da ciência e tecnologia que se tornou visível nas estatísticas econômicas da década de 1950”.

Nos dois esquemas, OECD e UNESCO, há indicadores de insumo (ou *input*) e produto (ou *output*). Para exemplificar, os indicadores de insumo incluem, entre outros, número e total de gastos com cientistas e engenheiros por categoria e tipo de emprego, despesas com serviços, materiais e informação por disciplina, por categoria de pesquisa: básica, aplicada e desenvolvimento. Indicadores de produto incluem, por exemplo, dados sobre publicações, citações e patentes. Os dois modelos consideram ainda dados estatísticos ao longo de um período para um mesmo país, gerando padrões que permitem previsões e outras ações de política científica (GEISLER, 2000).

É interessante notar que, ao comentar a estrutura proposta pelo Manual Frascati para análise do progresso científico e tecnológico do sistema de inovação de uma nação, Geisler afirma que os esforços se concentraram nos indicadores de *input* (despesas e investimentos, recursos engajados nas atividades científicas), pois, diz o autor, *outputs*

(contagem de publicações, citações e patentes) são “menos representativas do nível real de esforço empregado”. (GEISLER, 2000, p. 50-51) A Ciência da Informação, ao contrário, parece ter se concentrado no estudo dos produtos, especialmente a contagem de citações.

3 MÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

O conhecimento científico, produto da pesquisa, é certificado e divulgado por meio das publicações científicas. Mas as áreas diferem na preferência de tipos de publicação para comunicação de seus resultados. O artigo de periódico, especialmente de um periódico de alto impacto, é o canal preferencial de divulgação formal do conhecimento produzido nas ciências naturais ou *normais* (no sentido usado por Khun, 1970, p.10). Os pesquisadores dessas áreas privilegiam, e às vezes com exclusividade, o artigo publicado em revista conceituada. Em áreas das Ciências Sociais e Humanidades, além de artigos, são também utilizados e prestigiados, em diferentes proporções, livros, capítulos de livros e trabalhos apresentados em congressos. Nas engenharias, são os trabalhos apresentados em congressos e publicados em seus anais que ocupam lugar de destaque entre os canais preferenciais para comunicação.

Tradicionalmente e de maneira universal, a avaliação da produção científica e acadêmica é realizada com base nas publicações geradas pelas pesquisas. Como exposto acima, áreas diferentes privilegiam tipos diferentes de publicação. Mas, apesar dessas especificidades, e talvez porque as ciências naturais, especialmente a física, sejam tomadas como exemplo pelas agências de fomento, tem-se notado ultimamente, com crescente aceitação, uma evolução nas preferências dos canais utilizados, e, portanto, usados como base para avaliação. Observa-se que, gradualmente, os artigos publicados em revistas com sistema de avaliação prévia, indexação em bases de dados internacionais e alto grau de circulação e citação, estão se tornando o indicador privilegiado para outras áreas além das ciências naturais. Para países que querem melhorar seu *status* no cenário científico internacional, o investimento na capacitação de pesquisadores capazes de produzir artigos que se qualifiquem para publicação em veículos de alto impacto e de prestígio internacional tem sido, portanto, um ponto de especial interesse e uma meta a atingir.

O processo de avaliação da produção científica se utiliza de procedimentos quantitativos e qualitativos. A avaliação qualitativa é normalmente realizada por meio do exame dos conteúdos de textos. Nesses casos, o texto submetido à avaliação é objeto de julgamento individual de um especialista que normalmente permanece anônimo para o autor. Muitas vezes, o autor também permanece anônimo para o avaliador. Nas avaliações realizadas pelas instituições de fomento brasileiras, como por exemplo nas solicitações de bolsa, financiamento de pesquisa ou financiamento para uma viagem, e nas avaliações de artigos submetidos à publicação em revistas ou apresentação em um congresso (conhecida como avaliação pelos pares ou *peer review*), o resultado da avaliação pode tomar a forma de comentários escritos pelo avaliador, complementado, às vezes, com marcações no próprio texto submetido, ou ainda o preenchimento de formulário elaborado pela agência, revista ou organização do evento. Ultimamente está

se tornando bastante comum o uso de formulários eletrônicos, que o avaliador deve preencher sobre pontos específicos do texto ou instituição avaliada, complementando seu parecer com alguns parágrafos de justificativa, sugestões para o autor ou outras considerações. Softwares especializados e a facilidade de comunicação possibilitada pela tecnologia vêm modificando a forma tradicional de fazer essas avaliações, e também encurtando significativamente o tempo gasto no processo. Mas seja como for realizado, o processo da *avaliação pelos pares* é reconhecidamente vulnerável a falhas, passível de viés e erros de julgamento, involuntários ou não. Não seria possível replicar uma experiência complexa submetida a julgamento e mesmo nas áreas em que isso é tecnicamente viável, o avaliador não dispõe de tempo, não pode ou não quer repetir uma experiência e, portanto, sua avaliação consiste apenas de comentários sobre a qualidade aparente do trabalho. No entanto, apesar de várias tentativas de mudança, o processo de *avaliação pelos pares* continua sendo considerado absolutamente necessário e insubstituível. Para minimizar possibilidades de erros e vieses e buscar consenso, o texto em julgamento é normalmente enviado a dois ou três avaliadores, que poderão ter julgamentos diferentes sobre um mesmo trabalho, talvez porque suas experiências ou visão do problema tratado sejam diferentes.

Enquanto a avaliação qualitativa geralmente envolve um texto específico, a avaliação baseada em dados quantitativos parte da crença de que quantidade implica qualidade. Tem a vantagem da transparência. O procedimento pode ser repetido ou verificado por terceiros, uma vantagem que a avaliação qualitativa não permite. Ainda assim, o procedimento também não está isento de problemas. O mais óbvio é a própria lógica ou pressuposto básico, de que a quantidade está de certa forma associada à qualidade.

Na Ciência da Informação, a análise bibliométrica tem sido a técnica mais utilizada nos estudos quantitativos da produção bibliográfica da ciência. A fonte dos dados para a avaliação quantitativa, assim como a qualitativa, é o texto produzido pelo cientista, mas agora não são os conteúdos e sim as características do texto que serão levadas em conta. As avaliações são baseadas em contagens de, por exemplo, artigos, livros, capítulos de livros, trabalhos apresentados em congressos, relatórios e outros documentos produzidos em um determinado período por determinado pesquisador, periódico, instituição ou país; de citações e co-citações recebidas por periódicos, autores, áreas; colaborações e autorias múltiplas havidas também em determinado período, área, e outras aspectos de interesse. Estudos de produtividade de uma área, instituição, periódicos ou pesquisador são freqüentes na literatura. Mas além da mera contagem, que fornece um retrato quantitativo da questão em pauta, almeja-se, com a aplicação das técnicas bibliométricas, a elaboração de indicadores significativos para avaliação da atividade científica e tecnológica.

A qualidade de uma avaliação depende da adequação da métrica utilizada. Infelizmente, não foi encontrado ainda um 'indicador ideal', isto é, consistente e confiável, fácil de aplicar e interpretar, que sirva para as diversas situações e áreas. Os diferentes aspectos de cada caso em estudo, sejam do tema, do local de origem, do momento histórico, não parecem permitir que seja possível estabelecer indicadores que se apliquem com igual

eficiência para todas as instâncias, nem tampouco que apenas um ou um conjunto específico de indicadores possa ser usado para tudo. Uma outra questão, já mencionada com relação aos estudos realizados pela Ciência da Informação, é o foco quase exclusivo dos estudos da área nos *produtos* da ciência, sem que sejam levados em conta os *insumos*, isto é, focalizando a quantidade de artigos, citações, e outros aspectos da produção científica, sem relacioná-los com os investimentos e outros dados externos às pesquisas e seus resultados. Essa relação tornaria os estudos realizados mais significativos como fontes de informação para políticas científicas.

A lógica ou justificativa das contagens está na crença que seus resultados mostram mais do que apenas a quantificação dos aspectos estudados. Além da qualidade que seria percebida na quantidade, esses dados mostram também a evolução e as tendências da ciência, as quais, se relacionadas a outros indicadores do contexto, podem fornecer direções mais precisas para as políticas para o setor.

Uma outra questão deve ser ressaltada como característica da avaliação da produção científica: o fato que uma comunidade científica produz, divulga e avalia sua própria produção, isto é, artigos científicos são escritos para os pares (o grupo ou comunidade do autor) e por eles avaliados. Pesquisadores de outras comunidades não participam, normalmente, da avaliação da produção científica de uma área que não a sua e muito menos a sociedade como um todo. A avaliação de um produto científico é feita dentro da comunidade de pares, para quem, vale enfatizar, o artigo ou documento foi escrito. A sociedade externa à comunidade científica não toma parte direta na avaliação dos resultados de uma pesquisa científica, pelo menos não no momento de sua certificação.

4 MÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO TECNOLÓGICA E INOVAÇÃO

As patentes registradas (ou para as quais foi solicitado registro) estão entre os principais indicadores da produção de conhecimento tecnológico. Normalmente, contam-se quantas patentes foram depositadas em determinado período. Frequentemente, a produção de um país é comparada com a produção de outros países, gerando listas que classificam os países de acordo com o número de patentes requeridas, inclusive aquelas desenvolvidas em país diferente de onde será feito o registro. A Organização Mundial de Propriedade Intelectual, OMPI, entidade ligada à Organização das Nações Unidas, ONU, realiza um levantamento anual que envolve registros e pedidos de patente em todo o mundo. Em 2007, a OMPI divulgou os últimos dados então disponíveis, relativos a 2004 e 2005. Segundo esse levantamento, o número de patentes pedidas no Brasil, nesse período, caiu 13,8%, enquanto o número global de patentes pedidas aumentou. Em 2005, segundo o estudo, 600 mil patentes foram dadas a empresas e universidades em todo o mundo, e 74% dessas empresas e universidades estão no Japão, Estados Unidos, China, Coréia e Europa. A OMPI também apontou a emergência, como produtores, da China, Japão e Coréia do Sul, responsáveis, segundo o levantamento, por um quarto da tecnologia produzida no período. As patentes pedidas por um país são consideradas pela OMPI, pelos governos e também por estudiosos em geral, como um indicador dos avanços tecnológicos desse país (CHADE, 2007).

A contagem de patentes para avaliar tecnologia guarda semelhança com a contagem de artigos para avaliar a ciência, inclusive com o emprego da bibliometria. No entanto, vários autores têm apontado a inadequação desse indicador, ou pelo menos, o fato de ser insuficiente para medir algo tão complexo quanto a tecnologia e a inovação.

A tecnologia e a ciência exercem fortes influências uma sobre a outra, mas têm objetivos bem diferentes (McCAIN e SEGALL, 1969, p.155). Essas diferenças, na visão de vários autores, deveriam estar refletidas nas práticas de avaliação. A argumentação é que a avaliação adequada da tecnologia produzida em um país exige algo mais que o mero número de patentes registradas ou solicitadas. De acordo com Geisler (2000), não se pode avaliar tecnologia sem considerar o contexto dos fenômenos sociais e econômicos que lhe são relevantes, ou, em suas palavras “sob uma dimensão humana”.

Ao desenvolver a questão, Geisler (2000, 1999) enfatiza as dificuldades enfrentadas na avaliação das atividades de pesquisas tecnológicas e inovação, notando que a complexidade dos processos de geração, transferência e comercialização sempre impuseram dificuldades sérias nas tentativas de mensuração e avaliação. Inovação decorre da aplicação de tecnologia. Em sua argumentação, Geisler (2000) afirma que não podemos avaliar de fato tecnologia se não a colocarmos em seu contexto social e econômico. Especificamente, segundo o autor, temos que considerar a tecnologia em seu contexto de uso envolvendo o usuário. Diz Geisler (1999), para exemplificar, que uma ratoeira, por mais aprimorada que seja, é inútil se considerada isoladamente. Seu valor será percebido apenas quando for usada, e assim, é o usuário que deve avaliá-la. E conclui: “não podemos entender tecnologia somente por sua existência, mas apenas no contexto de sua aplicação: pessoas, organizações, sociedade”.

Trazendo o problema para o Brasil, os estímulos que as agências governamentais vêm dando a pesquisas de criação de novas tecnologias e inovação provavelmente irão exigir adequação dos processos de avaliação, pois se os pontos apresentados por Geisler forem aceitos, dificilmente os critérios usados para avaliar projetos científicos serão adequados aos projetos tecnológicos e de inovação. Recentemente, em 2005, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA, publicou uma coletânea, *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho de firmas brasileiras* (INOVAÇÕES ..., 2005), na qual estão publicados os resultados de amplo estudo realizado sobre a inovação tecnológica na indústria nacional. A proposta do livro “foi permitir uma análise abrangente das indústrias brasileiras e suas estratégias competitivas” (p.2). Vários aspectos da questão são tratados nos seus capítulos, sob o ponto de vista econômico, com muito dados de insumos aplicados no desenvolvimento de tecnologias e inovação por firmas brasileiras. Embora questões diretamente relacionadas às métricas para avaliação de inovação não sejam tratadas, a leitura desses capítulos deixa evidentes as diferenças entre produção científica e produção tecnológica e inovação.

Voltando à argumentação de Geisler, a tecnologia, então, não pode ser definida e avaliada apenas pelos seus próprios méritos, (como se faz com a descoberta científica), mas será definida e julgada por “critérios externos a si própria, pelos seus usuários reais e potenciais”. Sua evolução estará sujeita, em alguma medida, às características dos usuários, de sua habilidade de usar e julgar, e outras subjetividades inerentes a todos nós. Conseqüentemente, a tecnologia e a inovação decorrente dela serão avaliadas por usuários que são limitados em sua capacidade de entender e utilizar tecnologia e que são parciais por causa de sua cultura, necessidades pessoais e uma pletora de outros fatores. Enfatizando o seu ponto, Geisler aponta um problema curioso: normalmente, temos resistência a mudanças. Inovação envolve mudança. Se a avaliação de inovações envolve usuários, é provável que propostas de mudanças muito radicais ou inovações que exijam muito esforço de adaptação se tornem mais difíceis de serem concretizadas.

Um outro ponto a considerar envolve o usuário. Sob esse termo amplo, estariam não apenas indivíduos, como nos exemplos de Geisler citados acima, mas empresas, serviços públicos (como no caso de serviços de saúde, por exemplo), escolas e tantas outras entidades ou instituições sociais. O termo usuário parece abranger a aplicação social da tecnologia e inovação em produtos e processos. Essa visão da tecnologia, sua produção e usos parece remeter à proposta de Gibbons e colaboradores (1994), do Modo 1 e Modo 2 de produção do conhecimento. A produção da tecnologia, o Modo 2, teria como avaliadores não os pares do produtor do conhecimento (ou equipes, como explica Gibbons) mas a sociedade, representada pelos usuários para quem a tecnologia foi desenvolvida.

5 CONCLUSÕES

O ponto central do texto é a questão da adequação dos indicadores utilizados na avaliação de dois tipos de conhecimento, científico e tecnológico, e também inovação como desdobramento ou conseqüência da tecnologia, cujas diferenças forçam a elaboração de indicadores também diferentes. Os objetivos da aplicação de métricas, ou seja, o que se deseja avaliar parece ser a questão central. Quando a avaliação é patrocinada por agências governamentais de fomento, as respostas se tornam mais complexas, pois deverão satisfazer as motivações dessas agências (vale dizer, de quem as patrocina, governos, Estado) além de atender aos critérios das comunidades científicas e tecnológicas. A produção de indicadores para análise e avaliação da atividade científica e tecnológica envolve, então, atenção para necessidades específicas do contexto e do momento.

Cada métrica apresenta pontos fortes e pontos fracos, dependendo da intenção com que é aplicada e interpretada. A questão de *quem avalia* é, portanto, ponto importante. A ciência é avaliada e certificada pela própria comunidade científica, e isso serve aos propósitos da ciência. A tecnologia também é avaliada pela própria comunidade que a produz em alguns de seus aspectos, aproximando-a das ciências. Mas há outros aspectos, especialmente quando a tecnologia se torna uma inovação, extrapolando o limite das comunidades científicas ou tecnológicas. Neste caso, argumenta-se sobre a necessidade de incluir no processo de avaliação os usuários ou membros das

comunidades a quem a inovação se destina. Isso levanta problemas que até agora não parecem ter sido solucionados.

Ainda um outro aspecto é a inclusão de dados de insumo nos estudos de mapeamento e avaliação da produção científica e tecnológica realizados pela Ciência da Informação. A produção de ciência e tecnologia faz parte do sistema econômico e social de um país e esses dados dariam maior significado ao estudo e mapeamento da produção científica e tecnológica.

Este texto tentou trazer para a Ciência da Informação a questão das diferenças necessárias na avaliação da ciência e da tecnologia, especialmente sob a ótica da avaliação como instrumento para políticas de fomento. O assunto é complexo, e estas reflexões pretendem ser um convite para estudos mais aprofundados.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Carlos Alberto. Bibliometria: evolução histórica e questões sociais. **Em Questão**, v. 12, n.1, p. 11-32, jan./jun., 2006
- CHADE, J. Brasil perde espaço em inovação tecnológica. **O Estado de São Paulo**, caderno Economia, sexta-feira, 10 de agosto de 2007, 00:37, Online. Disponível em http://www.estadao.com.br/economia/not_eco32342,0.htm. Acesso em: 26/09/2007.
- CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO. Brasília, v. 27, n.2, 1998.
- CNPQ. O CNPQ. Disponível em: <http://www.cnpq.br/cnpq/index.htm>. Acesso em: 28/08/2007.
- DAINESI, Sonia Mansoldo; PIETROBON, Ricardo. Scientific indicators of productivity: time for action. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, São Paulo, v. 29, n. 2, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462007000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17/08/2007.
- FINEP. Financiadora de estudos e projetos do ministério de ciência e tecnologia. Disponível em http://www.finep.gov.br/o_que_e_a_finep/a_empresa.asp?codSessaoOqueeFINEP=2. Acesso em: 20/08/2007.
- GEISLER, E. The metrics of technology evaluation: Where we stand and where we should go from here. Annual Technology Transfer Society Meeting, 24 1999 <http://www.stuart.iit.edu/faculty/workingpapers/technology/>. Acesso em: 01/09/2007.
- GEISLER, E. **The metrics of science and technology**: evaluation and measurement of research, development, and innovation_ Westport, CT: Quorum Books. 2000
- GIBBONS, Michael. **The new production of knowledge**: the dynamics of science and research in contemporary societies. London: Sage, 1994.
- INOVAÇÕES, padrões tecnológicos e desempenh das firmas industriais brasileiras. Jão alberto de Negri e Mario Sergio Salerno, orgs. Brasília: IPEA, 2005.
- KONDO, E. K. Desenvolvendo indicadores estratégicos em ciência e tecnologia: As principais questões. **Ciência da Informação**. 27 1998. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19651998000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=pt Acesso em: 01/09/2007.

KUHN, T. S. **The structure of scientific revolutions**. Chicago: University of Chicago Press, 1970.

LEYDESDORFF, L. Evaluation of research and evolution of science indicators.

Current Science, v.89, n.9, 2005, p.1510-1518. 2005. Disponível em:

<http://www.ias.ac.in/currsci/nov102005/1510.pdf>. Acesso em: 01/09/2007

McCAIN, Gavin e SEGALL, Erwin M. **The game of science**. Monterrey, California: Brooks/Cole publishing Company, 1969.

RIBEIRO, R. J. Inserção social. **Notícias Informativo Eletrônico**, v.96, n.23 de agosto 2007. Disponível:

http://www.capes.gov.br/servicos/salaimprensa/artigo_avaliacaotrienal.html Acesso em: 01/09/2007

SPAGNOLO, F. S., COSTA, Valdinei. O que mudar na avaliação da capes? **Revista**

Brasileira de Pós-Graduação R B P G, v. 1, n. 2, p. 8-34, nov. 2004. Disponível

www2.capes.gov.br/rbpg/portal/conteudo/08_34_o_que_mudar_na_avaliacao_capes.pdf. Acesso em: 01/09/2007

ABSTRACT

Discussion on evaluation of science and technology is brought to Information Science, stressing the question of the adequacy of indicators used for each and the possible contribution of IS studies. The argument is that differences in the nature of these two kinds of knowledge require different measures. The question is discussed under the point of view of funding by governmental agencies. A general discussion on metrics for science is first presented, followed by sections on science metrics and then technology metrics. Issues such as who would best evaluate technology and the need for inclusion of input or economic data is briefly discussed.

KEYWORDS: Science and technology evaluation. Science and technology metrics.

Originais recebidos em: 08/02/2008

Texto aprovado em: 13/03/2008