

A defasagem entre a ciência e a tecnologia nacionais

Edgar Dutra Zanotto

A avaliação da produção científica e tecnológica nacional e do seu impacto vem ganhando crescente importância, não só no âmbito das agências de fomento, que necessitam quantificar os efeitos de sua atuação no sistema nacional de ciência e tecnologia e redirecioná-la em determinadas circunstâncias, como também entre o público e a mídia, que almejam conhecer quão bem aplicados têm sido os recursos públicos. Neste ensaio apresentamos uma estimativa de indicadores dessa produção e do seu impacto.

Produção Científica Nacional

Estima-se⁽¹⁾ que aproximadamente 70% dos artigos científicos nacionais são “enterrados” em anais de congressos e revistas não indexadas em bases de dados eletrônicas. É razoável supor que uma parcela desses artigos atinge padrões de qualidade e originalidade similares aos publicados em revistas indexadas, mas ainda não dispomos de meios para avaliá-los sistematicamente. Tal avaliação poderá ser efetuada por meio de sua futura indexação na base de dados *Scielo*, recentemente criada pela FAPESP e pela Biblioteca de Referência em Medicina para a América Latina e Caribe (Bireme).

A produção científica indexada pelo Institute of Scientific Information (ISI), de qualquer pesquisador, instituição ou até de um país, pode ser avaliada através de um banco de dados recentemente adquirido pela FAPESP e disponibilizado às instituições paulistas de ensino e pesquisa. Essa base, denominada *Web-of-Science*, contém aproximadamente 5.000 periódicos de todas as áreas do conhecimento e permite a busca ele-

trônica por autor, instituição de origem, ano da publicação, citação, palavras-chave, estado, país, etc. Portanto, é possível levantar a produção científica nacional e internacional de todos os pesquisadores de ciências exatas. Dessa forma, construímos a Figura 1.

O crescimento da participação nacional nas ciências exatas é claramente demonstrado pela Figura 1. Em 1998, autores vinculados a instituições brasileiras contribuíram com 1,07% da produção científica mundial indexada pelo ISI. Em relação à produção científica norte-americana, esse percentual é de 2,9%. Nota-se que crescimento da produção científica brasileira tem sido superior ao do PIB.

Produção Tecnológica Brasileira

Dados da UNESCO indicam que entre 65 e 75% dos investimentos de pesquisa na Europa, EUA e Japão são efetuados por empresas, enquanto no Brasil assume-se que apenas 30% desses investimentos têm origem empresarial; entretanto, estimativas mais realistas indicam que esse percentual é significativamente menor que 30%!

Supondo que cada patente depositada seja uma aposta do pesquisador ou empresa no potencial de *inovação* (geração de produto comercializável) do seu invento, uma forma indireta de se avaliar a geração de tecnologia num país é contabilizar os pedidos de patentes depositados e concedidos. A título de informação, estima-se que apenas 10% das patentes depositadas nos EUA são concedidas e que



10% delas geram inovação. Portanto, construímos a Figura 2 para representar a evolução da participação brasileira no total de patentes concedidas nos EUA entre 1980 e 1998. Neste caso, a fonte de informação foi a “home-page” da USPTO—United States Patent & Trademark Office.

	Brasil	Mundo	% Brasil
Artigos em revistas indexadas pelo ISI	47.184	7.756.888	0,61
Patentes registradas nos EUA	751	2.198.190	0,04

Tabela I. Participação brasileira no número de artigos em revistas indexadas pelo ISI e no número de patentes registradas nos EUA entre 1980 e 1993. (Fonte: Brito Cruz⁽²⁾)

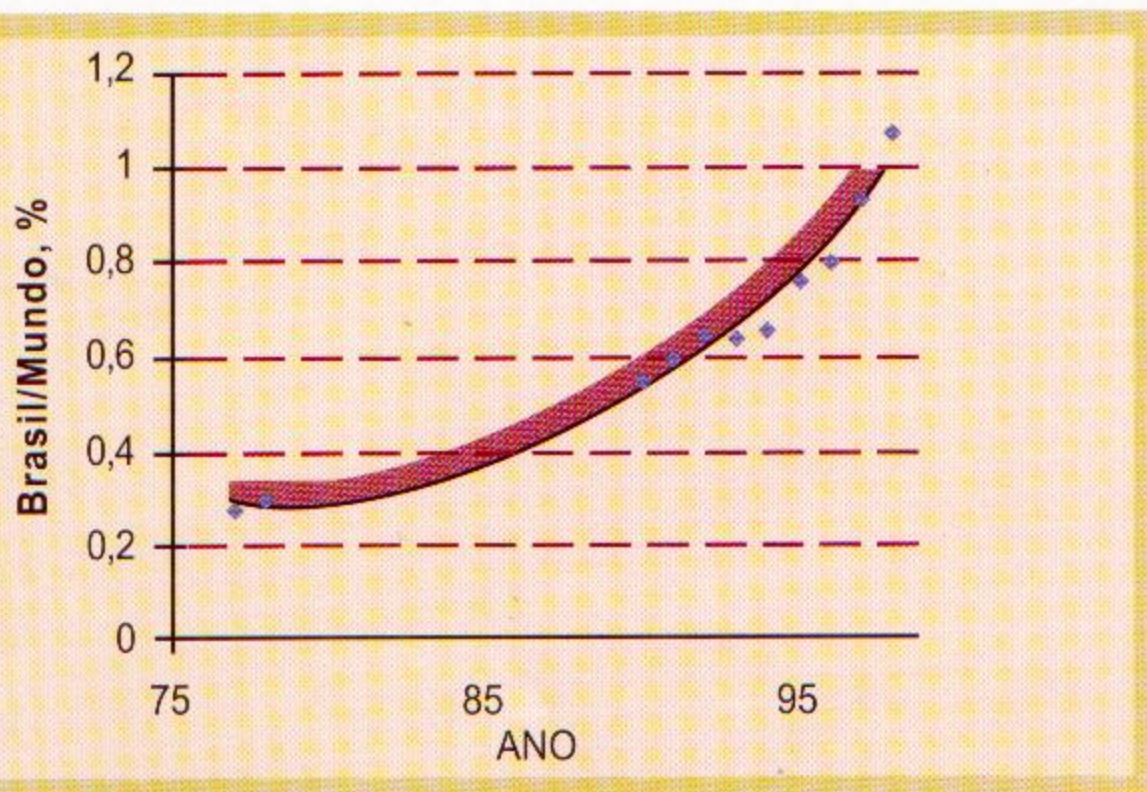


Figura 1. Percentual de artigos publicados em periódicos indexados pelo ISI por autores vinculados a instituições nacionais, nos últimos 20 anos. (Fonte: webofscience.fapesp.br). A curva foi colocada para guiar os olhos.

A Figura 2 mostra que o número de patentes concedidas nos EUA a autores brasileiros atualmente atinge cerca de **0,055%** do total de patentes concedidas naquele país a autores de qualquer nacionalidade, e não tem crescido nesta década. Deve-se enfatizar que esse percentual é similar ao de inventores irlandeses e mexicanos, mas é significativamente inferior ao de autores de países em estágio de desenvolvimento científico comparável ao do Brasil, tais como África do Sul, Israel e Coreia.

Adicionalmente, em detalhado relatório, Brito Cruz⁽²⁾ calcula a relação entre a participação de artigos de pesquisadores de um país no total de artigos publicados em revistas indexadas pelo ISI e a participação de patentes concedidas a autores desse país no total das patentes registradas nos EUA. No caso dos países desenvolvidos, a relação entre os percentuais de participação varia entre **0,5 e 3,0**. Já no caso do Brasil, a relação é aproximadamente **20**.

A Tabela I mostra o percentual da participação brasileira no total de artigos em re-

Impacto da Ciência Nacional

Os fatores de impacto (FI) apresentados na Tabela II foram obtidos do excelente trabalho de DeMeis e Leta⁽³⁾. Dentre inúmeros levantamentos, DeMeis e Leta computaram, para várias áreas do conhecimento, o número de citações dos trabalhos científicos assinados por autores vinculados a instituições brasileiras, acumuladas entre 1981 e 1993 (13 anos), e o dividiram pelo número de publicações de autores brasileiros no período 1981-1990 (10 anos). Além disso, DeMeis e Leta contabilizaram o percentual dos artigos nacionais indexados **nunca citados**, nesses 13 anos (44%), e demonstraram que esse percentual é similar ao dos artigos mundiais jamais citados (49%). Tal coincidência de índices poderia levar à conclusão de que a *qualidade* média das publicações nacionais é semelhante à qualidade média dos trabalhos internacionais.

Evitando discorrer sobre a polêmica questão de saber se a *qualidade* de um determinado trabalho ou periódico científico pode realmente ser avaliada pelo número de citações ou fatores de impacto (acreditamos que estes sejam indicadores relativos aceitáveis, pelo menos para comparações no interior de uma mesma área do conhecimento), apresentaremos a seguir uma análise sobre o *impacto* da produção científica nacional, usando dados de DeMeis e Leta, além de evidências adicionais.

Significativo é o fato de que as publicações de autores radicados no Brasil em co-autoria com pesquisadores estrangeiros (geralmente de países desenvolvidos) têm aproximadamente o **dobro** do impacto dos artigos publicados somente pelos primeiros. Por exemplo, a Tabela II mostra que o fator de impacto médio (FI) das Engenharias nacionais salta de 3 para 7 e o da Física salta de 4 para 8, quando há participação de co-autores de instituições estrangeiras.

Outra forma de se avaliar o impacto da

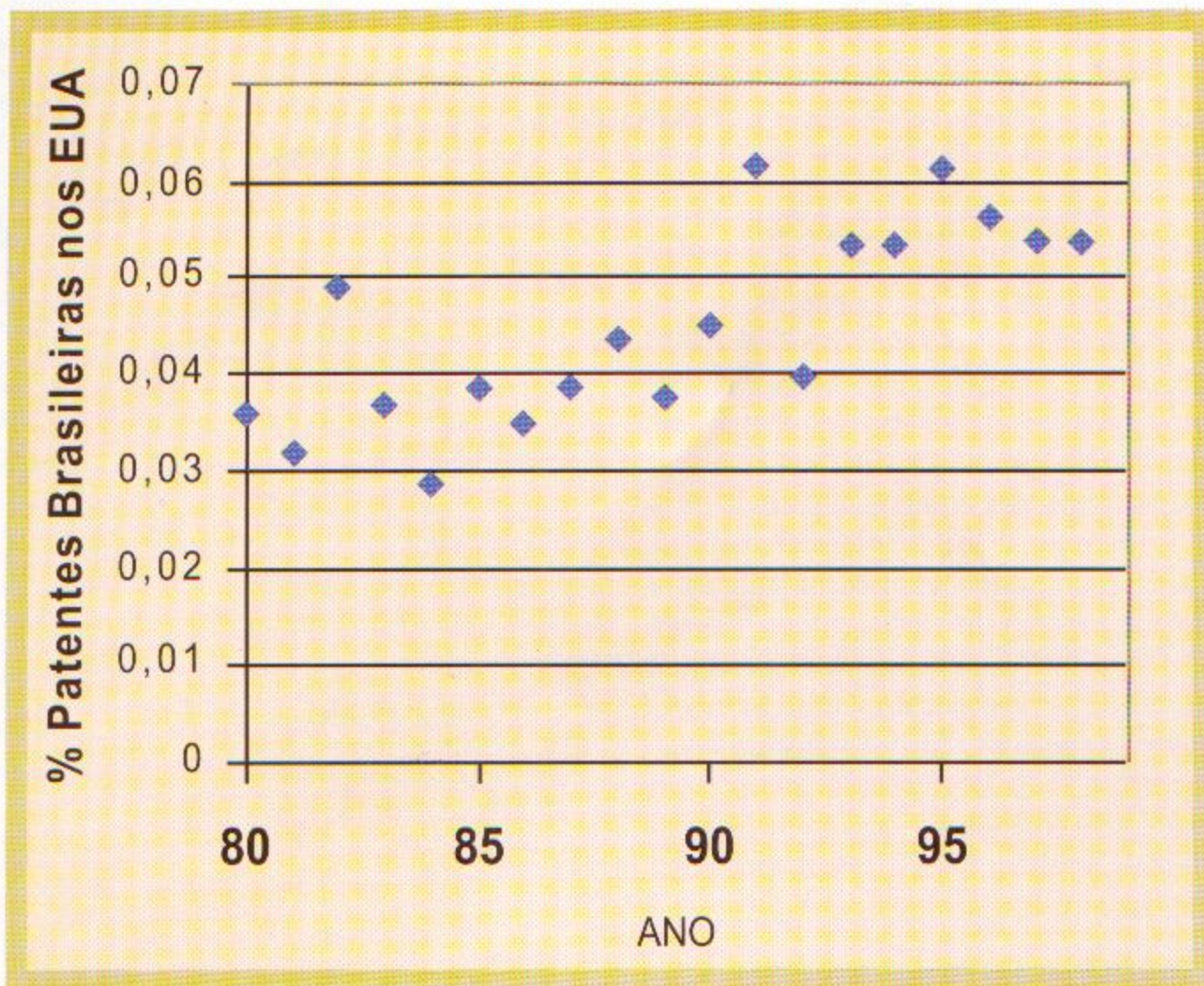


Figura 2. Percentual de patentes concedidas a autores brasileiros em relação a patentes concedidas a autores de todas as nacionalidades nos EUA (Fonte: www.uspto.gov).

ÁREA	"FATOR DE IMPACTO"		ARTIGOS NUNCA CITADOS
	BRASILEIROS	COLAB. EXTERIOR	
Física	4,0	8,0	20%
Química	4,5	7,0	18%
Engenharia	3,0	7,0	35%
Média de todas as ciências: (1981-90)			
Brasil/mundo	4,4/7,1		44 / 49 %

Tabela II. Fator de impacto dos artigos publicados somente por autores vinculados a instituições nacionais e daqueles publicados em colaboração internacional, em periódicos indexados pelo ISI (número de citações entre 1981 e 1993 dividido pelo número de artigos publicados entre 1981 e 1990).

vistas indexadas pelo ISI e no total de patentes registradas nos EUA entre 1980 e 1993, evidenciando que, naquele período, o primeiro foi 15 vezes superior ao segundo.

Brito Cruz ainda observa que "o ator institucional por excelência em um sistema nacional de inovação é a *empresa* e seus centros de pesquisa" e demonstra a existência de uma correlação entre o número de patentes registradas nos EUA por autores de um determinado país e o investimento pela indústria desse país.

Uma análise para a área específica de vidros demonstrou situação tão crítica quanto a global. Seria interessante fazer levantamentos análogos para outras áreas de tecnologia. Entretanto, podem-se prever situações similares à descrita acima, que representa a média de todas as áreas.

Em outras palavras, há óbvia *defasagem* entre o grau de desenvolvimento científico e o grau de desenvolvimento tecnológico no Brasil! É inegável que a geração de tecnologia no Brasil é insatisfatória e

não tem apresentado sinais de crescimento relativo nos últimos anos. Portanto, urge implantar a *prática de pesquisa* nas empresas nacionais.

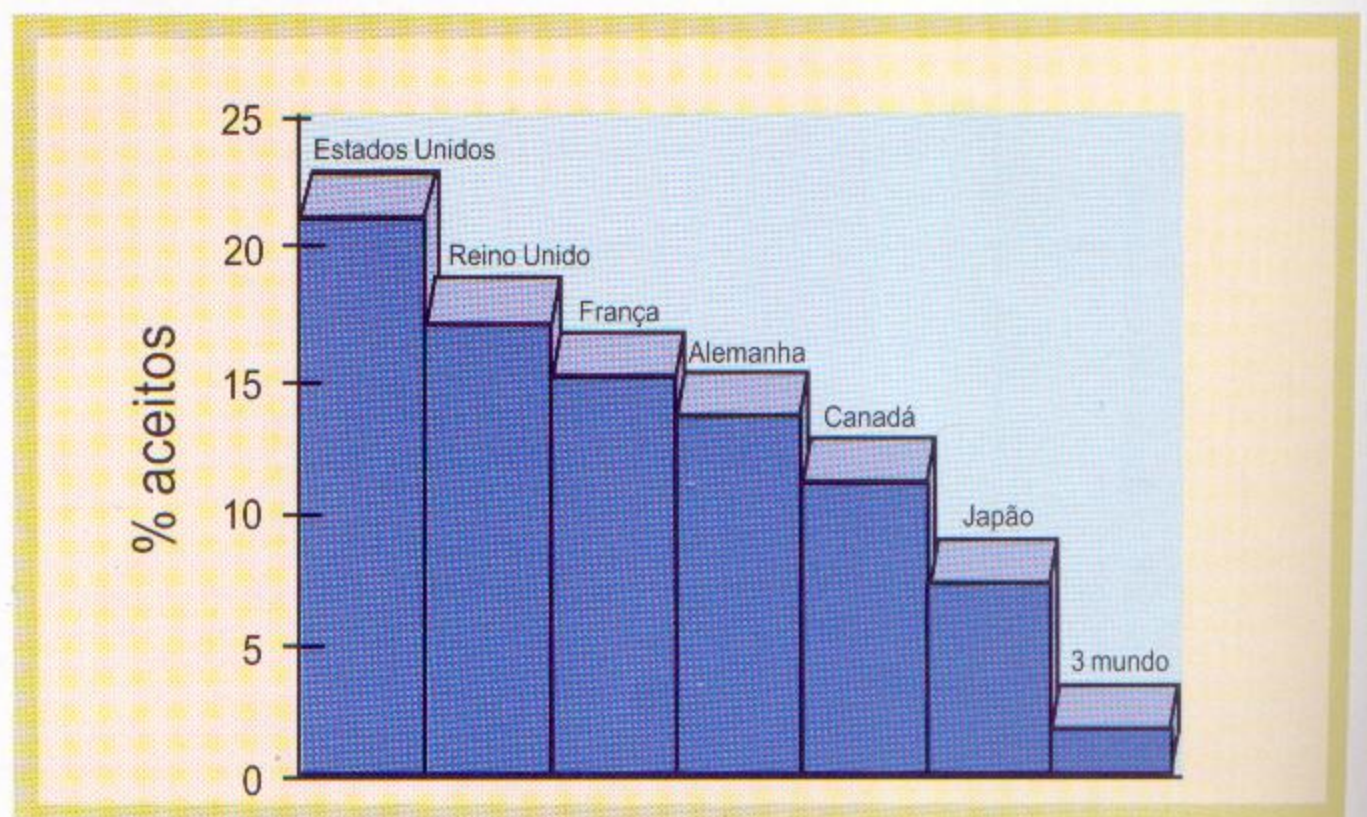


Figura 3. Percentual de artigos aceitos para publicação na revista Science em 1994 [1].

Ciência do próximo século em debate

produção científica nacional seria através do percentual de aceitação de artigos submetidos a periódicos de rigorosa política editorial, tal como a *Science*, cujos editores são instruídos para aceitar somente novidades, com alto potencial de impacto. A Figura 3 mostra que o percentual de aceitação de artigos submetidos por cientistas de 12 países do terceiro mundo, incluindo o Brasil, é de apenas 2%, enquanto varia entre 10% e 20% para os países industrializados. Mesmo descontando-se eventual preconceito contra os países subdesenvolvidos, nossa situação é claramente inferior à dos países do primeiro mundo.

A análise acima efetuada indica que o **impacto** da pesquisa científica genuinamente nacional ainda é substancialmente menor que o impacto das publicações de autores dos países mais desenvolvidos.

Conclusões

A produção **científica** nacional tem crescido acima da média internacional, tendo atingido aproximadamente 1,1% do total mundial em 1998. Em relação à produção científica norte-americana, a brasileira representa 3%. Seu **impacto** ainda é menor que o impacto médio das ciências exatas de todas as nações e não foi possível avaliar sua tendência nos últimos anos.

A geração de **tecnologia** brasileira ainda apresenta nível insatisfatório (apenas 0,055% dos depósitos de patentes nos EUA são de autoria de brasileiros) e não cresceu nesta década. Por outro lado, a experiência internacional revela que o desenvolvimento tecnológico é função dos investimentos empresariais em pesquisa. Urge, portanto, implantar e consolidar a **prática de pesquisa** nas empresas nacionais. Ciente dessa carência, a FAPESP tem incentivado a interação entre universidades e empresas, através dos Programas PITE, PIPE e CEPID.

Agradecemos aos professores Luiz Nunes Oliveira, Luiz Henrique Lopes dos Santos, Rogério Meneghini e Jorge Hounie pelas valiosas críticas e sugestões.

Referências

1. W.W. Gibbs- **Lost Science in the Third World**, Scientific American, August (1995) 92-99.

2. C.H. de Brito Cruz- **O Sistema de C&T como parte do Sistema Nacional de Inovação**- Conselho de Ciência e Tecnologia, CCT- UNICAMP, Junho (1999).

3. L. DeMeis e J. Leta- **"O Perfil da Ciência Brasileira"**, Tab. 12, 13 e 17, Ed. UFRJ (1996).

- Webofscience.fapesp.com

- WWW.uspto.gov.us/search patents

Professor titular do Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar, membro titular da Academia Brasileira de Ciências, coordenador adjunto da Diretoria Científica da FAPESP.

No encerramento da *Conferência Mundial Sobre Ciência para o Século 21: um novo compromisso*, realizada em Budapeste de 26 de junho a 1º de julho, com a participação de delegações de quase 150 países, os organizadores divulgaram duas longas relações de diretrizes e de princípios para implementar o que foi chamado *um novo contrato social* entre ciência e sociedade. Os documentos, incluídos no boletim da revista científica britânica *Nature*, divulgados em 2 de julho, trazem sugestões específicas para que os países participantes da conferência, entre outras providências, aumentem seu apoio às instituições de graduação e de pós-graduação, enfatizem a capacitação de jornalistas científicos e criem mecanismos participativos adequados ao debate sobre políticas científicas.

Dois propostas mereceram destaque. A primeira foi de que a ética e a responsabilidade social devem ser parte da formação de todos os cientistas e a segunda prega o lançamento de campanhas de conscientização sobre as contribuições das mulheres para a ciência e tecnologia, recomendando a instalação de uma rede internacional de mulheres cientistas. Estas duas idéias estão entre uma série de recomendações para fortalecer a posição das mulheres na ciência, e foram incluídas depois de um lobby vigoroso dos grupos femininos. As diretrizes estabelecidas também estimulam esforços para garantir a participação de deficientes em ciência e tecnologia e sua presença em fóruns e grupos formuladores de política científica.

No preâmbulo da *Agenda para a Ciência – Estrutura para a Ação*, elaborado ao final do encontro – que foi patrocinado pela Organização para Educação, Ciência e Cultura das Nações Unidas (UNESCO) e Conselho Internacional para a Ciência (ICSU) – os participantes declaram que uma das metas mais nobres é avançar nos objetivos de paz internacional e bem-estar da humanidade, enfatizando os efeitos desfavoráveis que muitas vezes acompanham as ciências naturais e a necessidade de entender seu impacto sobre a sociedade. Além dos objetivos apresentados na introdução, os 96 pontos do documento foram divididos em três partes: ciência e conhecimento, conhecimento para o progresso; ciência para a paz e para o desenvolvimento; e ciência na sociedade e ciência para a sociedade. Em cada item, foram valorizadas questões como o papel da pesquisa fundamental, as necessidades humanas básicas relativas ao ambiente, educação, tecnologia e política, e questões éticas vinculadas à participação, exigências sociais e dignidade humana.

Outro documento, a *Declaração Sobre Ciência e o Uso do Conhecimento Científico*,

foi organizado a partir dos mesmos temas. Entretanto, inclui todos os campos da ciência em seus princípios: todas as culturas podem contribuir com conhecimento científico de valor universal. De acordo com a *Declaração*, redigida em 46 pontos, as ciências devem estar a serviço da humanidade, contribuindo para oferecer uma profunda compreensão da natureza e da sociedade, assim como a melhor qualidade de vida e um meio ambiente sustentável e saudável para as futuras gerações. O documento reconhece que o futuro depende intrinsecamente da manutenção dos sistemas de apoio a todas as formas de vida e convoca as nações e chama a atenção de cientistas de todo o mundo sobre a urgência em utilizar e valorizar conhecimentos adquiridos em todas as áreas, de maneira responsável, para atender às necessidades humanas.

Antes de Budapeste, a última conferência havia sido realizada em 1979, em Viena, Áustria. Mas apesar do longo intervalo de tempo decorrido, mesmo os mais céticos admitiram que valeu a pena esperar pelo encontro deste ano, na Hungria. Aqueles que esperavam o início de uma nova era na relação entre ciência e sociedade voltaram para casa decepcionados, segundo a revista; os que temiam uma discussão inútil, entretanto, foram positivamente surpreendidos pelo conteúdo de alto nível dos debates. Agora, a tarefa é transformar as diretrizes estabelecidas nos documentos em políticas eficazes.

Para os representantes de países em desenvolvimento, de acordo com o boletim da *Nature*, a conferência foi uma rara oportunidade de acesso direto aos formuladores de políticas científicas e às agências de financiamento de países desenvolvidos, além de uma melhor compreensão da diplomacia internacional. Entretanto, não foram concretizados muitos acordos de seu interesse, como a criação de um fundo global para a ciência. Um dos membros da delegação das Filipinas, por exemplo, afirmou que o novo compromisso proposto na conferência deveria ser acompanhado pela criação de um mecanismo de financiamento, a exemplo do que aconteceu no Rio de Janeiro, em 1992, e em Montreal, em 1987.

Outras delegações de países em desenvolvimento consideraram inadequada a preparação para a conferência. Eles expressaram sua preocupação com a falta de encontros oficiais preparatórios, semelhantes aos realizados nas conferências das Nações Unidas. Estes encontros permitem a formação de alianças para apresentar reivindicações comuns e o planejamento prévio de uma estratégia para atingir seus objetivos em assuntos como um sistema mais equitativo sobre os direitos da propriedade intelectual.