



# REVISTA IBEROAMERICANA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

1



Organización  
de Estados  
Iberoamericanos



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Instituto Universitario de Estudios  
de la Ciencia y la Tecnología

redes

Centro de Estudios sobre Ciencia,  
Desarrollo y Educación Superior



## **Dirección**

Mario Albornoz (Centro Redes, Argentina)

José Antonio López Cerezo (OEI)

Miguel Ángel Quintanilla (Universidad de Salamanca, España)

## **Coordinación Editorial**

Juan Carlos Toscano (OEI)

## **Consejo Editorial**

Sandra Brisolla (Unicamp, Brasil)

Fernando Broncano (Universidad Carlos III, España)

Rosalba Casas (UNAM, México)

Javier Echeverría (CSIC, España)

José Luis García (Universidad de Lisboa, Portugal)

Hernán Jaramillo (Universidad del Rosario, Colombia)

Tatiana Lascaris Comнено (UNA, Costa Rica)

Diego Lawler (Centro REDES, Argentina)

José Luis Luján (Universidad de las Islas Baleares, España)

Bruno Maltrás (Universidad de Salamanca, España)

Jacques Marcovitch (Universidade de São Paulo, Brasil)

Eduardo Martínez (UNESCO)

Carlos Martínez Vidal (Grupo REDES, Argentina)

Emilio Muñoz (CSIC, España)

Jorge Núñez Jover (Universidad de La Habana, Cuba)

León Olivé (UNAM, México)

Eulalia Pérez Sedeño (CSIC, España)

Fernando Porta (Centro REDES, Argentina)

María de Lurdes Rodrigues (ISCTE, Portugal)

Francisco Sagasti (Agenda Perú)

José Manuel Sánchez Ron (Universidad Autónoma de Madrid, España)

Judith Sutz (Universidad de la República, Uruguay)

Jesús Vega (Universidad Autónoma de Madrid, España)

José Luis Villaveces (OCyT, Colombia)

Carlos Vogt (Unicamp, Brasil)

## **Secretaría Editorial**

### **Secretario**

Carmelo Polino (Centro REDES - Argentina)

### **Secretario Adjunto**

Claudio Alfaraz (Centro REDES - Argentina)

### **Colaboradora**

María Eugenia Fazio (Centro REDES - Argentina)

## **CTS - Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**

### **Secretaría Editorial - Centro REDES**

Mansilla 2698, 2° piso

(C1425BPD) Buenos Aires, Argentina

Tel. / Fax: (54 11) 4963 7878 / 8811

Correo electrónico: secretaria@revistacts.net

### **ISSN:**

**Número 4, Volumen 2**

**Enero de 2005**



**REVISTA IBEROAMERICANA  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y  
SOCIEDAD**

3

**Índice**

<b>Editorial</b>	5
<b>Resúmenes</b>	11
<b>Abstracts</b>	15
<b>Artículos</b>	19
<b>La biotecnología y los medios de comunicación en España</b> Mercedes Escribano y Miguel Ángel Quintanilla	21
<b>De “átomos para la paz” a los reactores de potencia.</b> <b>Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)</b> Diego Hurtado de Mendoza	41

<b>Dossier: Impacto social de la ciencia y la tecnología</b>	67
<b>Presentación:</b> María Elina Estébanez y Carlos Vogt	69
<b>Alcances y limitaciones de la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología</b> Mario Albornoz, María Elina Estébanez y Claudio Alfaraz	73
<b>La inserción social de la universidad estadual de Campinas</b> Sandra Brisolla	97
<b>Cómo medir el “impacto” de las políticas de ciencia y tecnología</b> José Luis Villaveces, Luis Antonio Orozco, Doris Lucía Olaya, Diego Chavarro y Elizabeth Suárez	125
<b>Impacto social de la ciencia y la tecnología en Cuba: una experiencia de medición a nivel macro</b> Armando Rodríguez Batista	147
<b>Condicionantes políticos y problemas metodológicos en la evaluación de impacto social de las políticas de I+D e innovación</b> Diego Moñux Chércoles, Belén Miranda Escolar, Guillermo Aleixandre Mendizábal y Francisco Javier Gómez González	173
<b>Foro CTS</b>	
<b>Indicadores de ciencia y tecnología para el desarrollo social. Conclusiones del Sexto Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericano e Interamericano</b>	201
<b>Reseñas</b>	
<b>Saber en condiciones. Epistemología para escépticos y materialistas</b> Fernando Broncano <b>Reseña:</b> León Olivé	225
<b>Noticias</b>	231
<b>Indice del volumen 1</b>	
<b>Indice de artículos</b>	241
<b>Indice de autores</b>	245

Este número, con el que da comienzo el segundo volumen de la Revista CTS, está dedicado monográficamente al impacto social de la ciencia y la tecnología. El tema del dossier es de gran actualidad y su importancia va en aumento en función de su interés como herramienta para la evaluación de políticas de ciencia y tecnología, tanto a nivel global como de proyectos y programas.

La noción de impacto es objeto de interpretaciones no siempre convergentes. La problemática a la que remite se instala sobre el telón de fondo de estructuras sociales en tránsito hacia sociedades en las que, como han planteado Nico Stehr (*Knowledge societies*, 1994) y otros autores, el conocimiento es el rasgo más expresivo de su estructura y su devenir. La idea misma de la sociedad post-industrial, que alcanzara gran difusión en las últimas décadas, implica que la sociedad contemporánea se encamina a constituirse cada vez más como una "sociedad del conocimiento" debido al peso creciente de la ciencia y la tecnología en su estructura de relaciones. En efecto, el conocimiento constituye actualmente la fuente crucial de valor añadido en la producción de bienes y servicios. Esta importancia económica es correlativa al valor que el conocimiento ha adquirido también en el ordenamiento de la vida social. De alguna manera, entonces, la noción de impacto remite al papel del conocimiento científico en el mundo actual como factor crucial de productividad, transformador de la administración pública e, incluso, la experiencia individual y comunitaria en general. Ello habilita a preguntarse, paralelamente, por los impactos de la ciencia y la tecnología, sean éstos positivos o negativos.

Las concepciones tradicionales de los efectos de la ciencia y la tecnología sobre la estructura social han tenido por lo general un sesgo hacia la ponderación de los efectos positivos, si bien en las últimas décadas esta tendencia cambió significativamente. Varios autores han desarrollado en los últimos años miradas alternativas sobre el mundo actual, enfatizando dimensiones como la del riesgo, asociado indisolublemente a determinados modelos de impacto del conocimiento científico y tecnológico (Ulrich Beck, *La sociedad del riesgo*, 1986). La nueva modernidad a la que aluden estos autores plantea la necesidad de asumir responsablemente el hecho de vivir en una sociedad del riesgo y hacer frente a la posibilidad, mayor cada día, de que se produzcan daños catastróficos. Son amenazas que, a diferencia de los peligros del pasado, no están ya sujetas a barreras nacionales, de clase social o vinculadas a lo generacional.

Los estudios de impacto que se han multiplicado en forma reciente pueden ser adscriptos a tres tipos de modalidades básicas. La primera de ellas está centrada en el análisis del impacto potencial contenido en la oferta de conocimiento científico y tecnológico. La segunda se focaliza sobre la demanda de conocimientos a partir de aplicaciones deseables. La tercera centra su mirada sobre las vinculaciones entre la oferta y la demanda. Siendo el impacto social una noción que involucra fenómenos y actores múltiples, los analistas han puesto el acento últimamente en la exigencia de desarrollar modelos conceptuales y metodológicos que permitan una mayor comprensión de los procesos y variables que intervienen en la producción, difusión, transferencia y apropiación del conocimiento, enfatizando los contextos particulares de las sociedades en las que dichos impactos se producen.

6

El dossier de este número aporta la reflexión que sobre el tema desarrollan varios grupos de investigación en Iberoamérica, atendiendo a las particularidades de los países que conforman este espacio. El artículo de Mario Albornoz et al. aborda la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología desde una perspectiva teórica, proponiendo, asimismo, distintas variables que deberían ser contempladas por los análisis de los procesos de impacto, orientadas al desarrollo de alternativas metodológicas.

El texto de Sandra Brisolla trata la interrelación entre universidad pública y desarrollo tecnológico y económico, analizando a la Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Brasil. El artículo repasa las décadas de 1970, 1980 y 1990, y expone la necesidad de que iniciativas como las de la Unicamp se coordinen con políticas nacionales de I+D que apunten a reducir la deuda social acumulada en el país y a satisfacer la demanda de conocimiento del sector empresario.

El artículo de José Luis Villaveces et al. revisa conceptualmente la noción de impacto asociada a las políticas de ciencia y tecnología y propone algunas estrategias para su medición. Paralelamente, los autores hacen uso del concepto para analizar el impacto de dos programas nacionales de ciencia y tecnología en Colombia: el Programa Nacional de Biotecnología y el Programa Nacional de Ciencias Humanas.

El trabajo de Armando Rodríguez Batista aborda la medición del impacto de la ciencia y la tecnología en Cuba, a través de la identificación de los principales productos, servicios, procesos y tecnologías con valor agregado por el conocimiento, a partir de la aplicación de resultados de proyectos de I+D e innovación.

El texto de Diego Moñux Chércoles et al., finalmente, explora conceptual y metodológicamente la integración de la evaluación de impacto social en las políticas de I+D e innovación. Asimismo, realiza una identificación y categorización de las barreras y facilitadores que es preciso tener en cuenta para hacer una propuesta viable de evaluación del impacto social.

La revista también incorpora, como es habitual, una sección de artículos. Allí, el artículo de Mercedes Escribano y Miguel Ángel Quintanilla aborda la presencia de la biotecnología en dos periódicos nacionales de España (El Mundo y El País) y de la agencia estatal de noticias EFE en los últimos ocho años, en el marco de los análisis de la cultura científica en la sociedad. Posteriormente, el texto de Diego Hurtado de Mendoza examina el programa nuclear argentino durante el período 1955-76, en relación con el contexto político local y con el panorama nuclear internacional. Particularmente se analiza la política diplomática argentina frente a los tratados de Tlatelolco (1967) y No Proliferación de Armas Nucleares (1968) y las consecuencias de las presiones internacionales posteriores a la explosión atómica realizada por la India en 1974.

La sección Foro CTS, por último, presenta la declaración final del Sexto Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericano e Interamericano- organizado por la RICYT en septiembre de 2004.

7

**Mario Albornoz**  
**José Antonio López Cerezo**  
**Miguel Ángel Quintanilla**



**RESÚMENES  
ABSTRACTS**





## **La biotecnología y los medios de comunicación en España**

**Mercedes Escribano y Miguel Ángel Quintanilla**

En general, los españoles muestran actitudes más optimistas y favorables a la biotecnología que la media de los ciudadanos europeos, aunque cuando se trata de aplicaciones específicas, sus actitudes son de mayor desconfianza y desconcierto. En todo caso, el nivel de información y de implicación de los españoles en el debate público sobre temas científicos y tecnológicos ha sido tradicionalmente escaso. Sin embargo, analizando la presencia de la biotecnología en los archivos electrónicos de dos periódicos nacionales (El Mundo y El País) y de la agencia estatal de noticias EFE en los últimos ocho años, comprobamos que muchas de las aplicaciones biotecnológicas más relevantes no han pasado inadvertidas en la agenda mediática. La presencia de la biotecnología en los medios se ha triplicado en ocho años y actualmente es un área de interés informativo diario. Esto nos permite suponer que se está produciendo un proceso de maduración profunda de la cultura biotecnológica de los españoles, lo que probablemente conducirá a una mayor polarización de sus opiniones y actitudes sobre temas biotecnológicos sometidos a debate.

11

**Palabras clave:** biotecnología, actitudes públicas, cultura científica, agenda mediática.

## **De “átomos para la paz” a los reactores de potencia. Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)**

**Diego Hurtado de Mendoza**

Durante el período 1955-76, el programa nuclear argentino se integró a la arena internacional; su Comisión Nacional de Energía Atómica construyó cuatro reactores de investigación, adquirió a una empresa alemana y puso en marcha el primer reactor de potencia Atucha I, y compró a una empresa canadiense un segundo reactor de potencia. En este artículo se examinan estos desarrollos en relación con el contexto político local y con el panorama nuclear internacional. En particular, se analizan la política diplomática argentina frente a los tratados de Tlatelolco (1967) y No Proliferación de Armas Nucleares (1968) y las consecuencias de las presiones internacionales posteriores a la explosión atómica realizada por la India en 1974. Finalmente, se comparan las expectativas del programa nuclear argentino con las de Brasil y México a comienzos de la década de 1970.

**Palabras clave:** Argentina, historia de la ciencia, energía nuclear, CNEA.

## **Alcances y limitaciones de la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología**

**Mario Albornoz, María Elina Estébanez y Claudio Alfara**

Este artículo presenta algunas aproximaciones a la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología, acotando dimensiones con el propósito de definir de un modo operativo un fenómeno cuya medición es requerida para la evaluación de políticas en ciencia, tecnología e innovación. A tal fin, el texto se desarrolla en dos direcciones: una de naturaleza teórica y la otra más propiamente metodológica. En lo teórico se reseñan los principales problemas conceptuales que presenta la noción de impacto social, y se revisan algunas de las perspectivas existentes acerca de los modos y las dinámicas que adopta la producción y difusión del conocimiento científico y tecnológico. En cuanto a lo metodológico, el artículo expone algunas de las dimensiones sociales propuestas que debería contemplar el análisis de los procesos de impacto, y señala cuáles son los niveles de observación que admite un análisis de este tipo.

**Palabras clave:** impacto social de la ciencia y la tecnología, transferencia de conocimientos, evaluación en ciencia y tecnología, política científica y tecnológica, sistemas de innovación.

## **La inserción social de la Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)**

**Sandra N. Brisolla**

El presente artículo trata la interrelación entre universidad pública y desarrollo tecnológico y económico, analizando el caso de la Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Creada en la década de 1960, la Unicamp fue diseñada atendiendo a los objetivos de una planificación nacional tendiente a la modernización de Brasil, para lo cual se nutrió de docentes e investigadores de alto nivel y centró sus actividades de investigación en áreas estratégicas para el desarrollo del país. Así, la Unicamp estableció exitosos vínculos con grandes empresas estatales de diversos sectores, mientras respondía a las necesidades sociales de su región de origen. El artículo repasa estos procesos a lo largo de las décadas de 1970, 1980 y 1990, y argumenta que las posibilidades de éxito de iniciativas como las de la Unicamp dependen de la coordinación a nivel nacional de políticas que puedan orientar la oferta académica hacia la demanda de I+D en las grandes empresas, así como hacia la reducción de la deuda social acumulada en el país.

**Palabras clave:** transferencia de tecnología, educación superior, vinculación universidad-empresa, impacto social.

## **¿Cómo medir el impacto de las políticas de ciencia y tecnología?**

**José Luis Villaveces, Luis Antonio Orozco, Doris Lucía Olaya, Diego Chavarro y Elizabeth Suárez**

El objetivo de este trabajo es hacer una revisión conceptual de la noción de impacto asociada a las políticas de ciencia y tecnología, así como proponer algunas estrategias para su medición. Se presentan, además, algunas aplicaciones empíricas de este

concepto, tomando como ejemplo el impacto de dos programas nacionales de ciencia y tecnología en Colombia: el Programa Nacional de Biotecnología y el Programa Nacional de Ciencias Humanas.

**Palabras clave:** impacto social, políticas de ciencia y tecnología, indicadores y medición del impacto.

## **Impacto social de la ciencia y la tecnología en Cuba: una experiencia de medición a nivel macro**

**Armando Rodríguez Batista**

Este trabajo constituye un intento por medir el impacto social de la ciencia y tecnología en Cuba, en particular el provocado por la aplicación del nuevo conocimiento científico-tecnológico. La experiencia se ejecuta a nivel macro y consiste en la identificación de los principales productos, servicios, procesos y tecnologías con valor agregado por la ciencia y la tecnología, a partir de la aplicación de resultados de proyectos de I+D+I. El impacto social es medido a través de indicadores que caractericen el beneficio social aportado por cada producto evaluado. El estudio tiene como principal fuente de información a los usuarios del nuevo conocimiento. Basado en esta experiencia, se proponen las líneas fundamentales para el abordaje integral del impacto social de la ciencia y la tecnología en el contexto cubano.

**Palabras clave:** medición, impacto social, ciencia y tecnología, valor agregado, resultados de proyectos de I+D+I, usuarios de conocimiento.

13

## **Condicionantes políticos y problemas metodológicos en la evaluación de impacto social de las políticas de I+D e innovación**

**Diego Moñux Chércoles, Belén Miranda Escolar, Guillermo Aleixandre Mendizábal y Francisco Javier Gómez González**

El presente artículo hace una exploración conceptual y metodológica sobre la integración de la Evaluación de Impacto Social (EIS) en las políticas de I+D e innovación. Con el objetivo de avanzar hacia mecanismos capaces de evaluar, de forma efectiva, el impacto social de los proyectos de I+D e innovación presentados a convocatorias públicas de las políticas regionales españolas, el trabajo ofrece tres resultados parciales. En primer lugar, una identificación de cinco condicionantes que modulan la formulación y evaluación de dichas políticas. En segundo lugar, un marco metodológico que permite clarificar los criterios, momentos y funciones de la EIS. Por último, una identificación y categorización de las barreras y facilitadores que es preciso tener en cuenta para hacer una propuesta viable de EIS.

**Palabras clave:** políticas regionales de I+D e innovación, evaluación socioeconómica, impacto social.



## **Biotechnology and media in Spain**

**Mercedes Escribano and Miguel Ángel Quintanilla**

In general terms, Spaniards show more optimistic and favourable attitudes towards biotechnology than the average of European citizens, although their attitude is of greater distrust and disagreement, when dealing with specific applications. In any case, the level of information and implication of Spaniards in the public debate on scientific and technological subjects seems to be traditionally low. Nevertheless, analysing the presence of biotechnology in the electronic archives of two national newspapers (El Mundo and El País) and of the state news agency EFE, in the last eight years, we have verified that many of the most relevant biotechnological applications have not gone unnoticed in the media agenda. The presence of biotechnology in the media has tripled in eight years and biotechnology is now a daily interest subject. This allows us to foresee an undergoing deep maturation of Spaniards' biotechnological culture and that this process will probably lead to a greater polarization of their opinions and attitudes on biotechnological controversial issues.

**Key words:** biotechnology, public attitudes, scientific culture, media agenda.

## **From “atoms for peace” to power reactors. Technology and nuclear policy in Argentina (1955-1976)**

**Diego Hurtado de Mendoza**

During the 1955-76 period, Argentina's nuclear program entered the international arena, as the Argentine Atomic Energy Commission constructed four research reactors, purchased the first power reactor Atucha I from a German firm, put it into operation and acquired a second power reactor from a Canadian firm. This article examines these developments in connection with the unstable local political context and the international nuclear landscape. Particularly, it analyzes Argentine diplomatic policy opposing to Tlatelolco Treaty (1967) and Non Proliferation of Nuclear Weapons Treaty (1968) and the consequences derived from international pressures following India's atomic explosion in 1974. Finally, Argentina's nuclear program expectations are compared with those claimed by Brazil and Mexico in the early the 1970s.

**Key words:** Argentina, history of science, nuclear energy, CNEA.

## **Scopes and limitations of the notion of social impact of science and technology**

**Mario Albornoz, María Elina Estébanez and Claudio Alfaraz**

This paper presents some approaches to the notion of social impact of science and technology, delimiting dimensions in order to operatively define a phenomenon whose measurement is required for the evaluation of science, technology and innovation policies. With such goal, the text evolves toward two directions: one with a theoretical nature, and the other more properly methodological. With reference to the theoretical, the main conceptual problems presented by the notion of social impact are revised, as well as some of the existing perspectives about the modes and dynamics adopted by the production and spreading of scientific and technological knowledge. Regarding the methodological, the paper exposes some of the proposed social dimensions that should be considered in analyzing the impact processes, and it suggests which the levels of observation admitted by this kind of analysis are.

**Key words:** social impact of science and technology, knowledge transfer, science and technology evaluation, science and technology policy, innovation systems.

## **The social involvement of the Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)**

**Sandra N. Brisolla**

This article deals with the interrelation between public university and technological and economic development, analyzing the case of the Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Created in the middle of the 1960's, Unicamp was designed to meet the goals of a national plan aimed at achieving Brazil's modernization. With that end, it contracted high level professors and researchers, and focused its research activities on areas considered as strategic for the country's development. So, Unicamp established successful links with big state firms from various sectors, whereas it addressed the social needs of its region. The article reviews these processes along the decades of 1970, 1980 and 1990, and argues that the possibilities of success of initiatives such as Unicamp depend on the coordination at the national level of policies aimed at orienting the academic supply toward the demand of R&D of the big firms, as well as toward social investments.

**Key words:** technology transfer, higher education, university-industry-government relationships.

## **How to measure the impact of science and technology policies?**

**José Luis Villaveces, Luis Antonio Orozco, Doris Lucía Olaya, Diego Chavarro and Elizabeth Suárez**

The goal of this article is to perform a conceptual revision of the concept of impact related to science and technology policies, as well as proposing strategies for its

measurement. In addition, there are presented some empirical applications of this concept, taking as example the impact of two national programs of science and technology in Colombia: the National Program for Biotechnology and the National Program for Human Sciences.

**Key words:** social impact, science and technology policies, indicators and impact measurement.

### **Social impact of science and technology in Cuba: an experience of measurement at the macro level**

**Armando Rodríguez Batista**

This paper aims at measuring the social impact of science and technology in Cuba in terms of the application of new scientific and technological knowledge. The experience is performed at the macro level and consists in the identification of the major products, services, processes and technologies with aggregate value, through the application of the results of R&D+I projects. The social impact is measured by indicators that describe the social benefit contributed for each evaluated product. The new knowledge's users are the principal source of information in this study. Based on this experience, the fundamental guidelines for the integral approach of the social impact of science and technology in the Cuban context are proposed.

**Key words:** measuring, social impact, science and technology, aggregate value, results of R&D+I projects, knowledge users.

17

### **Political constraints and methodological problems for the evaluation of R&D and innovation policies' social impact**

**Diego Moñux Chércoles, Belén Miranda Escolar, Guillermo Alexandre Mendizábal and Francisco Javier Gómez González**

This article makes a conceptual and methodological exploration about the integration of the Social Impact Evaluation (EIS) and the R&D and innovation policies. Aiming at advancing toward mechanisms able to effectively evaluate the social impact of the R&D and innovation projects presented to the public calls of the Spanish regional policies, the paper offers three partial results. First, an identification of five conditionings that shape the formulation and evaluation of these policies. Second, a methodological framework that allows to clarify criteria, moments and functions of the EIS. Finally, an identification and categorization of the barriers and facilitating conditions that must be taken into account to make a viable proposal of EIS.

**Key words:** regional policies of R&D and innovation, socioeconomic evaluation, social impact.



ARTÍCULOS 



# La biotecnología y los medios de comunicación en España\*

**Mercedes Escribano** (mercedes.escribano@gen-es.org)  
Genoma España, España

**Miguel Ángel Quintanilla** (maquinta@usal.es)  
Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología, Universidad de Salamanca,  
España

En general, los españoles muestran actitudes más optimistas y favorables a la biotecnología que la media de los ciudadanos europeos, aunque cuando se trata de aplicaciones específicas, sus actitudes son de mayor desconfianza y desconcierto. En todo caso, el nivel de información y de implicación de los españoles en el debate público sobre temas científicos y tecnológicos ha sido tradicionalmente escaso. Sin embargo, analizando la presencia de la biotecnología en los archivos electrónicos de dos periódicos nacionales (El Mundo y El País) y de la agencia estatal de noticias EFE en los últimos ocho años, comprobamos que muchas de las aplicaciones biotecnológicas más relevantes no han pasado inadvertidas en la agenda mediática. La presencia de la biotecnología en los medios se ha triplicado en ocho años y actualmente es un área de interés informativo diario. Esto nos permite suponer que se está produciendo un proceso de maduración profunda de la cultura biotecnológica de los españoles, lo que probablemente conducirá a una mayor polarización de sus opiniones y actitudes sobre temas biotecnológicos sometidos a debate.

21

**Palabras clave:** biotecnología, actitudes públicas, cultura científica, agenda mediática.

*In general terms, Spaniards show more optimistic and favourable attitudes towards biotechnology than the average of European citizens, although their attitude is of greater distrust and disagreement, when dealing with specific applications. In any case, the level of information and implication of Spaniards in the public debate on scientific and technological subjects seems to be traditionally low. Nevertheless, analysing the presence of biotechnology in the electronic archives of two national newspapers (El Mundo and El País) and of the state news agency EFE, in the last eight years, we have verified that many of the most relevant biotechnological applications have not gone unnoticed in the media agenda. The presence of biotechnology in the media has tripled in eight years and biotechnology is now a daily interest subject. This allows us to foresee an undergoing deep maturation of Spaniards' biotechnological culture and that this process will probably lead to a greater polarization of their opinions and attitudes on biotechnological controversial issues.*

**Key words:** biotechnology, public attitudes, scientific culture, media agenda.

\* Este artículo tiene su origen en un informe encargado por Genoma España sobre la cultura y percepción pública de la biotecnología en España, en el que colaboraron, bajo la dirección de Miguel Ángel Quintanilla, Rosa Fernández, Marcela Guerrero y Pedro José González López, del Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Salamanca y, por parte de Genoma España, Mercedes Escribano Sánchez. Una parte de ese informe fue publicada en Genoma España (2004). En este artículo utilizamos la base de datos construida para aquel estudio y ampliamos la información sobre los resultados del análisis de contenido que allí se realizó.

## 1. Introducción

En general los españoles adoptan actitudes más optimistas y favorables a la biotecnología que la media de los ciudadanos europeos (Gaskel et al., 2003). Sin embargo, cuando se trata de aplicaciones específicas, sus actitudes varían hacia posiciones de mayor desconfianza y desconcierto (Luján y Todt, 2000). Además, el nivel de implicación de los españoles en el debate público sobre temas científicos y tecnológicos es muy escaso en el ámbito de la biotecnología (Muñoz, 1998; 2002 a; 2002 b). Esta situación se ha asociado con una falta de información sobre estos temas; sin embargo, tras el análisis que hemos realizado de la presencia de la biotecnología en los medios de comunicación en los últimos ocho años (Genoma España, 2004) podemos concluir que muchas de las aplicaciones biotecnológicas más relevantes han hecho acto de presencia en la actualidad mediática española de una forma contundente y continuada durante los últimos años. Esto nos permite conjeturar que estamos asistiendo a un proceso de maduración profunda de la cultura biotecnológica de los españoles que conducirá a una mayor polarización de las opiniones y actitudes de éstos ante la biotecnología.

Nuestro estudio parte del supuesto de que el análisis de contenidos de los medios de comunicación permite aproximarnos al conocimiento de la cultura biotecnológica de la población ya que lo que se publica en los medios contribuye decisivamente a configurar lo que la población cree, hace y valora, es decir a configurar la cultura general de la sociedad.

22

Desde hace años, en España se han hecho valiosos estudios e interpretaciones sobre la biotecnología en los medios de comunicación (Plaza, 2004; Moreno, 2004; Moreno, 2001; Humanes, 2001; Muñoz, 1998; Moreno, 1996). Sin embargo, la ausencia de un esquema conceptual y una metodología común hace difícil interpretar y valorar los resultados. En consecuencia, hemos creído conveniente disponer de información actualizada sobre la presencia de textos periodísticos relacionados con la biotecnología en la prensa nacional española, analizada por nosotros mismos con una metodología homogénea y adecuada a la necesidad de tratar una gran cantidad de información en poco tiempo. El objetivo es obtener un panorama de la implicación de los medios de comunicación en el debate social, actuando como informadores y canalizadores de la información que reciben los ciudadanos sobre la biotecnología.

## 2. Metodología

Hemos realizado nuestro estudio de acuerdo con la siguiente metodología:

- Estudio comparado de tres medios de comunicación de naturaleza diferente: los dos periódicos de mayor difusión nacional en España (El País y El Mundo) y la agencia estatal de noticias EFE.
- Uso de los archivos en formato electrónico de los medios de comunicación analizados.
- Empleo de técnicas de muestreo que reducen considerablemente la cantidad de información a analizar. Para seleccionar la base documental se utilizó la técnica de

muestreo de “semana construida”: para cada mes de cada año se construye una semana de muestra seleccionando aleatoriamente cada día de la semana entre los que figuran en el mes. De esta forma, la muestra de textos a analizar se reduce a menos de una cuarta parte del total y se garantiza la representatividad de la muestra en relación con las variaciones de la información diaria en función del día de la semana.

- El muestreo se realizó, en el caso de los periódicos, sobre el contenido completo de los años 1994 a 2002; en el caso de la Agencia EFE, sobre los archivos de noticias de los años 1994, 1999 y 2002.
- Para seleccionar los textos temáticamente relevantes se utilizó un doble procedimiento: primero se filtraron los textos de la muestra mediante búsquedas por palabras clave en los archivos electrónicos y después se hizo una revisión manual de los resultados para descartar aquellos textos que no eran relevantes.
- La muestra total de textos analizada ha sido de 931 textos para los periódicos y de 666 textos en la Agencia EFE. Los textos se han clasificado manualmente según los siguientes criterios:

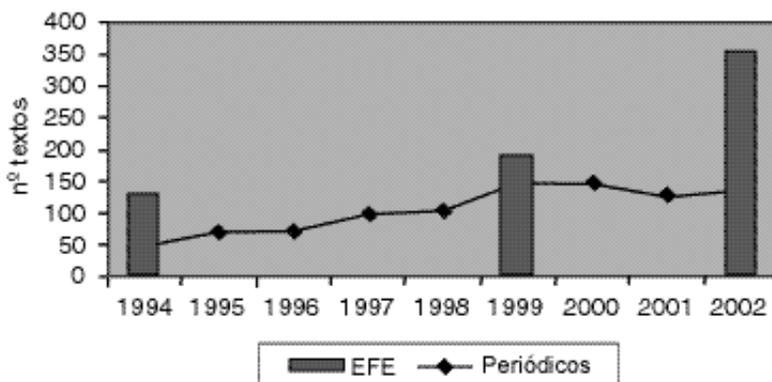
- a) Importancia
- b) Género periodístico
- c) Tema
- d) Ámbito geográfico
- e) Sección del periódico o de la agencia en la que aparecen
- f) Encuadre del texto
- g) Fuentes de información
- h) Carácter valorativo

23

### **3. Principales resultados**

#### **3.1. Evolución de los textos periodísticos sobre biotecnología**

La presencia de la biotecnología ha experimentado un notable crecimiento en los ocho años estudiados, llegando casi a triplicarse. Los periódicos analizados han publicado más de 4.000 textos relacionados con biotecnología, pasando de unos 200 textos en 1994 a unos 600 en 2002. Esto supone que la biotecnología ha pasado de ser un tema de presencia semanal a ser un tema de presencia diaria. La agencia EFE ha emitido aproximadamente 6.000 noticias sobre temas biotecnológicos, pasando de unas 500 noticias el primer año a unas 1.500 el último. En este caso, la biotecnología ha pasado a ser un tema de presencia diaria a ser un tema de cierta importancia diaria.

**Gráfico 1: Evolución del número de textos**

La importancia que una noticia tiene en los medios se puede medir en base a diferentes criterios, por ejemplo, su localización en el periódico, la superficie que cubre el texto, tratamiento gráfico, etc. En nuestro caso, hemos determinado la importancia de los textos según su extensión, medida en número de palabras, aprovechando las ventajas del manejo de fuentes en formato electrónico. Con este criterio hemos clasificado los textos en cinco categorías:

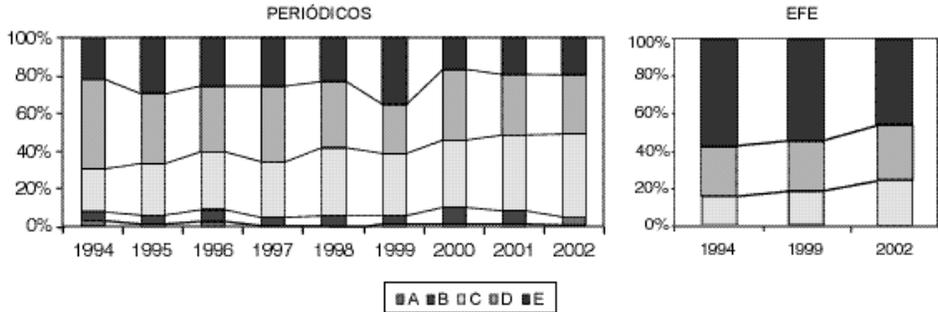
24

**Tabla 1: Importancia de los textos**

Tipo	Número de palabras	Equivalente aproximado en superficie impresa
A	1500 o más	Más de 3/4 de página
B	Entre 1000 y 1500	Más de 1/2 página
C	Entre 500 y 1000	Más de 1/4 de página
D	Entre 250 y 500	Más de 1/8 de página
E	Menos de 250	Menos de 1/8 de página

Como se puede observar en el Gráfico 2, en los periódicos más de la mitad de los textos son breves y sólo un 2,4% alcanza un tamaño equivalente a una página entera del periódico. En la agencia EFE son mucho más numerosos los textos breves. Al observar la evolución de la distribución de textos por tamaño se aprecia una clara tendencia a aumentar los textos de más extensión, especialmente el tipo C. Esto se puede interpretar como un indicador de la importancia y también de la complejidad creciente de los temas biotecnológicos y su tratamiento periodístico.

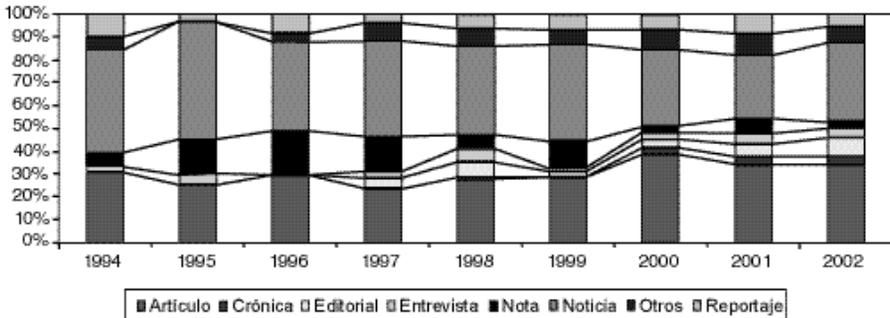
**Gráfico 2: Variación porcentual del tamaño de los textos**



Por otro lado, hemos clasificado los textos por géneros periodísticos. En el caso de la agencia EFE todos los textos seleccionados se encuadran en el género “noticias”. En los periódicos, el género predominante también es el de las noticias; sin embargo, destaca el aumento de los editoriales y, en general, de los géneros que ofrecen un tratamiento más complejo y profundo del tema, coincidiendo de esta forma con la pauta que sigue la extensión de los textos referida anteriormente.

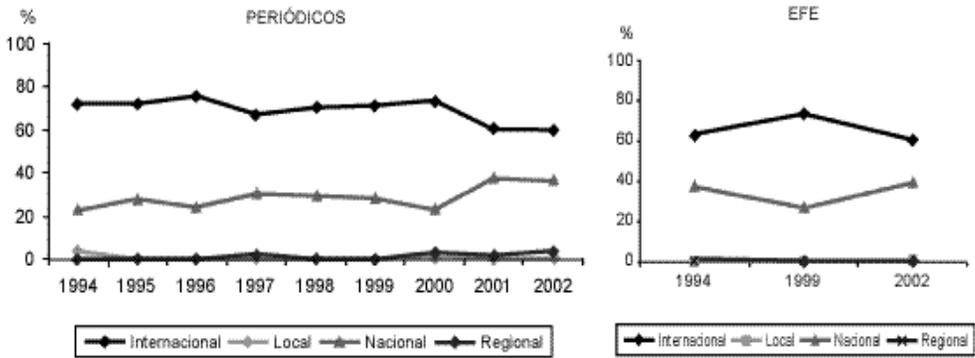
25

**Gráfico 3. Variación porcentual de géneros periodísticos 1994-2002 en los periódicos**



Cuando analizamos el ámbito geográfico de los textos, observamos en los periódicos el predominio de textos de ámbito internacional, aunque hay una clara evolución en el aumento de textos de ámbito nacional y una discreta aparición de los regionales en los últimos años analizados. En EFE también predomina el ámbito internacional, sin embargo, la tendencia a incrementar la presencia del ámbito nacional es más suave.

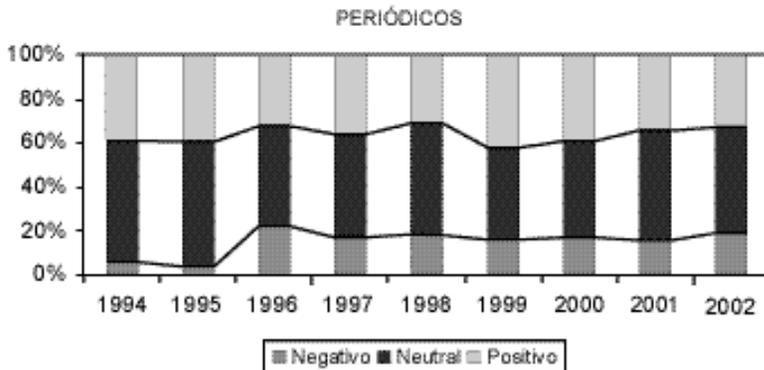
**Gráfico 5: Ámbito geográfico de referencia de los textos periodísticos sobre biotecnología**



26

Otro aspecto a tener en cuenta al analizar los textos periodísticos es su tono valorativo, que puede ser positivo, negativo o neutro en función del carácter valorativo que ha expresado el redactor en el texto, independientemente de la naturaleza objetiva del hecho narrado. En los periódicos se aprecia un predominio constante del carácter neutral en los textos, y una cierta estabilidad en el número de textos con carácter positivo y negativo. En el caso de la agencia EFE todos los textos muestran un carácter neutral.

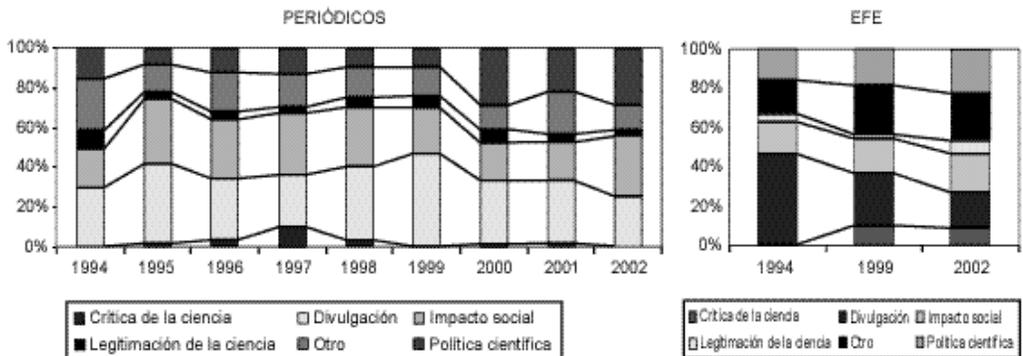
**Gráfico 6: Evolución porcentual del tono valorativo en los periódicos**



Por otro lado, los textos periodísticos se presentan en diferentes encuadres o marcos de referencia que determinan el significado que el texto puede tener para el lector. En nuestro caso, hemos distinguido seis encuadres diferentes:

- **Divulgativo:** la finalidad del texto es transmitir conocimientos y/o novedades científicas y tecnológicas a un público amplio.
- **Política científica:** el texto plantea cuestiones que son objeto de decisión por parte de los gobiernos o los ciudadanos en temas biotecnológicos, ya sean de política científica, regulación jurídica, financiación, etcétera.
- **Impacto social:** el texto enfatiza hechos biotecnológicos o problemas científicos que tienen consecuencias para la sociedad, en términos de repercusiones en el plano cultural, social, etcétera.
- **Legitimación/deslegitimación de la ciencia y la tecnología:** el texto plantea cuestiones en las cuales se discute el valor de la biotecnología para resolver problemas, la validez o peligrosidad de la biotecnología.
- **Crítica científica:** el texto plantea cuestiones abiertas en el ámbito interno de la argumentación científica, incluye los debates y temas sobre el interés de descubrimientos científicos, seguridad en las predicciones, etcétera.
- **Otro:** es el grupo residual para aquellos textos que no encajan claramente en ninguno de los otros encuadres.

**Gráfico 7. Evolución porcentual de los encuadres**

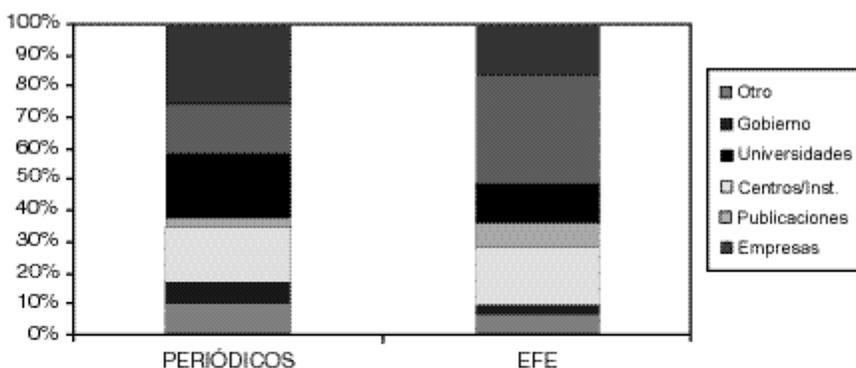


En este caso, el dato más significativo en los periódicos y en EFE es el aumento del encuadre de política científica, mientras el resto se mantienen más o menos constante, con la excepción del encuadre divulgativo, cuya importancia relativa disminuye significativamente en EFE. Sin embargo, mientras en la agencia EFE el número de textos relacionados con la crítica científica y la legitimación de la ciencia ha aumentado, en los periódicos los primeros han disminuido y los segundos se

mantienen constantes. Finalmente, tras analizar el tipo de textos que hemos incluido en “otros”, la mayoría tratan aspectos económicos y empresariales.

Para finalizar la clasificación de los textos, los hemos agrupado en función de sus fuentes de información distinguiendo siete categorías: entidades gubernamentales; universidades; sociedades científicas; centros, institutos de investigación y hospitales; empresas; publicaciones y otras fuentes (congresos, organizaciones no gubernamentales, entidades religiosas, organismos internacionales, etc.) o sin fuentes declaradas. En este punto, hay que tener en cuenta que cada texto puede contener varias fuentes de diferentes tipos y por ello la suma de fuentes es mayor que la de textos.

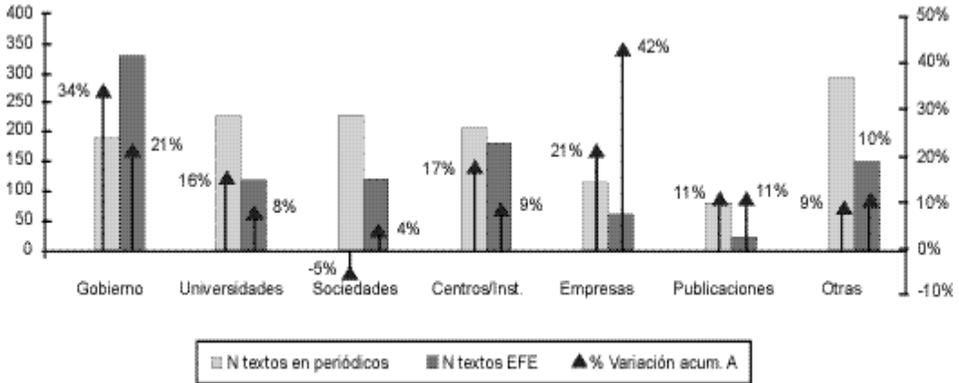
**Gráfico 8. Distribución de las fuentes de información en los periódicos y en EFE**



28

Se aprecia el predominio de las fuentes clasificadas en el grupo “otras” en la muestra total de los periódicos, mientras que las fuentes gubernamentales son las más importantes en EFE. Las universidades son la segunda fuente en importancia para los periódicos y la tercera para EFE, mientras los institutos ocupan el tercer y segundo lugar respectivamente. Cuando analizamos la evolución porcentual de estas fuentes, podemos conocer la variación que cada tipo de fuente ha experimentado en estos años en las dos muestras: periódicos y EFE.<sup>1</sup>

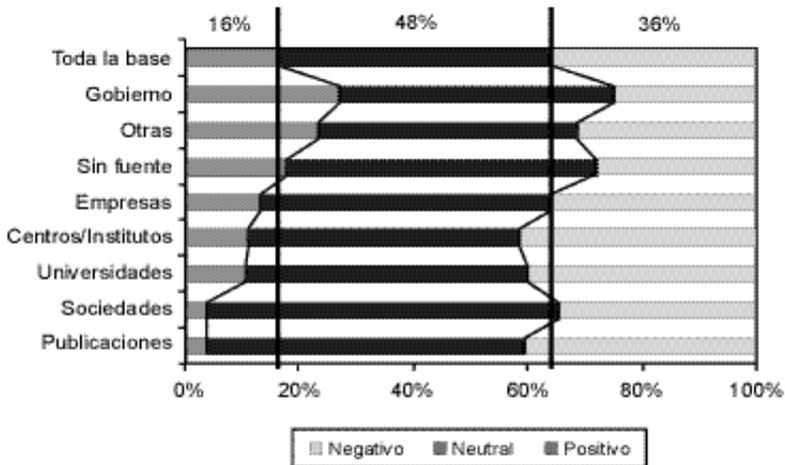
<sup>1</sup> Para suavizar las oscilaciones anuales, la tasa de variación acumulada anual de la muestra de los periódicos se ha calculado para un periodo de seis años, tomando como valor final la suma de los años 2000-2002 y como valor inicial la suma de 1994-1996. Para la agencia EFE, la tasa de variación se ha estimado para un periodo de ocho años, tomando como valor final el de 2002 y como valor inicial el de 1994.

**Gráfico 9. Distribución de fuentes y tasa de variación acumulada anual**

Existe una tendencia clara a incrementar la presencia de fuentes gubernamentales, sobre todo en los periódicos, donde éstas crecen a una tasa media acumulada anual del 34%. En EFE el mayor incremento se observa en las empresas, con un 42%. Además, las universidades se han mantenido estables, mientras las publicaciones han perdido peso relativo y las sociedades científicas han disminuido su peso absoluto como fuentes de información periodística.

29

Por otro lado, no hemos detectado diferencias significativas entre las fuentes en función de otras variables como, por ejemplo, el tipo de textos, tema, etc. Sin embargo, es interesante señalar las diferencias que aparecen en las variables de carácter valorativo y tipo de encuadre. El Gráfico 10 muestra la comparación entre los porcentajes de valoración positiva, negativa y neutra correspondientes a cada tipo de fuente, con los porcentajes para el conjunto de la muestra de periódicos (marcados por líneas rojas verticales). En este caso, observamos cómo las fuentes más vinculadas con una valoración positiva son las universidades, los institutos de investigación y las publicaciones científicas. Sin embargo, las fuentes más relacionadas con valoraciones negativas son las gubernamentales y las incluidas en el grupo "otros". Finalmente, las más relacionadas con valoraciones neutras son las sociedades y las publicaciones científicas.

**Gráfico 10. Carácter valorativo de los textos por fuentes (periódicos)**

La interpretación de estos datos no es muy clara porque un mismo artículo puede hacer referencia a varios tipos de fuentes y, en estos casos, no es fácil ver cómo se relacionan las fuentes con el carácter valorativo de los textos. Además, la asociación entre fuentes gubernamentales y valoraciones negativas puede relacionarse con la mayor presencia de temas sometidos a debate político en aquellos textos que citan fuentes gubernamentales. Respecto al grupo de otras fuentes, su mayor vinculación con valoraciones negativas puede deberse a que es en este grupo donde hemos incluido las organizaciones no gubernamentales y eclesiásticas que generalmente adoptan posiciones valorativas de carácter negativo ante ciertos temas biotecnológicos.

### 3.2. Estructura y evolución de los temas clave

Hemos querido analizar la presencia y la evolución de determinados núcleos temáticos relacionados con la biotecnología en los medios de comunicación. Para ello hemos seleccionado un conjunto de palabras clave y hemos estudiado su aparición en los documentos que componen nuestra base de análisis. Debido a que generalmente un núcleo temático no se puede identificar con una palabra, sino con una determinada configuración de relaciones entre palabras, es necesario detectar estas configuraciones analizando las coapariciones de palabras clave en el mismo texto y calculando los clusters o aglomerados estadísticamente significativos que se pueden formar a partir de tales coapariciones.

El proceso de análisis que hemos realizado ha seguido los siguientes pasos:

a) Selección de un conjunto de palabras clave que se consideran interesantes para detectar núcleos temáticos en torno a la biotecnología, por ejemplo: ciencia,

clonación, biotecnología, genética, genoma, transgénicos, células madre, ética, alimentación, industria, patentes, medicina, cáncer, tecnología y reproducción.

b) Recuento del número de textos en los que se produce al menos una coaparición de dos palabras clave, utilizando patrones adecuados para la búsqueda automática de palabras en los textos.

c) Análisis de significación estadística de la coaparición de parejas de palabras clave calculando la relación entre la frecuencia observada y el valor probable.

d) Agrupación de las coapariciones significativas en clusters que representan núcleos temáticos.

e) Análisis de la importancia y la variación temporal de estos núcleos temáticos en cada muestra de textos.

La Tabla 2 resume las coapariciones significativas de parejas de palabras clave en la muestra total de textos (periódicos y EFE). Para construirla hemos comparado las frecuencias observadas de coapariciones de palabras clave con la probabilidad calculada en función de los totales marginales y del total de coapariciones detectadas. Hemos considerado significativas (sombreadas en la Tabla) aquellas coapariciones que excedían al menos un 25% del valor probable. Dentro de ellas, hemos señalado con “#” aquellas coapariciones que resultan significativas en la muestra de periódicos pero no en la de EFE, con “+” las que son significativas en EFE pero no en los periódicos, y con “=” las coapariciones que son significativas en ambas muestras. En la fila y columna de totales sólo hemos tenido en cuenta estas últimas.

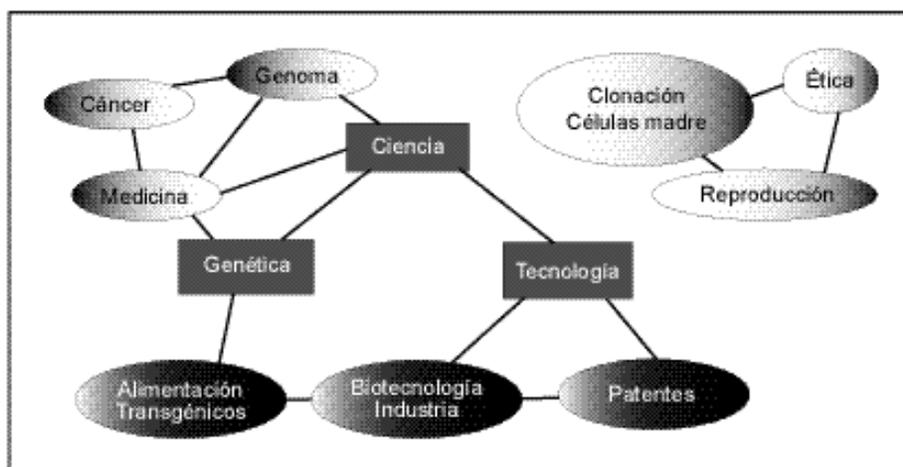
31

**Tabla 2. Coapariciones significativas de palabras clave en los periódicos y en EFE**

	Ciencia	Medicina	Genética	Genoma	Biotecnología	Clonación	Tecnología	Ética	Alimentación	Transgénicos	Cáncer	Células madre	Industria	Reproducción	Patentes	Total general
Ciencia		=	=	=		=	=	+				=				6
Genética	=		=	#					=	=	#					4
Medicina	=		=								=	#				4
Genoma	=	#	=								=					3
Biotecnología						=			=	=			=		=	5
Clonación	=							=				=		=		4
Tecnología	=				=								=			3
Ética	+					=						=		=		3
Alimentación		=			=					=			=			4
Transgénicos		=			=				=				=			4
Cáncer		#	=													2
Células madre	=		#			=		=						=		4
Industria					=	=		=	=	=					=	5
Reproducción					=		=					=				3
Patente					=								=			2
Total general	6	4	4	3	5	4	3	3	4	4	2	4	5	3	2	56

En la Tabla 2 puede observarse que existen 56 coapariciones significativas, coincidentes en ambas muestras (que corresponden a 28 coapariciones efectivas, ya que la tabla es simétrica) y que ambos conjuntos de documentos sólo difieren en 8 coapariciones significativas (4 efectivas), lo que nos permite tratarlos a estos efectos como un conjunto único. Por ello, si ordenamos adecuadamente las tablas de coapariciones de palabras clave que coinciden en ambos conjuntos de textos periodísticos, detectamos fácilmente la existencia de unas agrupaciones más amplias o clusters que hemos representado en la Ilustración 1.

**Ilustración 1: Conglomerados de palabras clave**



32

Cada nodo del grafo representa una palabra clave, y cada conexión entre nodos representa la coaparición significativa de las palabras clave que figuran en los nodos conectados. Sin embargo, cuando varias palabras clave comparten todas sus conexiones se han incluido en un único nodo, simplificando así la representación. En la ilustración se han coloreado los cuatro clusters o núcleos temáticos que nos parecen más significativos.<sup>2</sup>

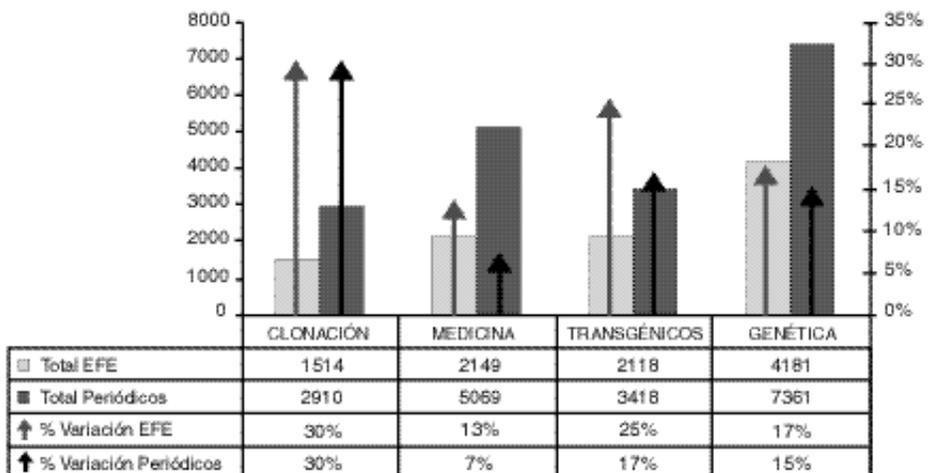
<sup>2</sup> La introducción de otras palabras clave en el análisis no altera sustancialmente la distribución de núcleos temáticos. El tema "medio ambiente" se asocia estrictamente con alimentos transgénicos, mientras el término "salud" se distribuye de forma prácticamente homogénea por todos los grupos temáticos, por lo que no sirve para caracterizar a ninguno de ellos.

En resumen, los contenidos temáticos de los documentos analizados parecen organizarse en torno a tres núcleos, conectados entre sí a través de otro núcleo central formado por referencias a la ciencia, la genética y la tecnología. El primer núcleo tiene un contenido fundamentalmente médico e incluye la investigación sobre el genoma, así como referencias al cáncer. El segundo núcleo tiene un componente ético importante y gira en torno a las investigaciones con células madre, la clonación y las técnicas de reproducción asistida. El tercer núcleo tiene un contenido más tecnológico e industrial, es el más fuertemente asociado a la biotecnología y en él tiene un papel fundamental la información sobre alimentos transgénicos.

La suma de las coapariciones de palabras que hemos incluido en cada núcleo temático nos da una idea de la importancia relativa de cada uno de ellos en el conjunto total de documentos analizados. Hemos comparando el peso total al inicio (1994) y al final (2002) del periodo para tener una idea de la tendencia que sigue su desarrollo. Como se puede observar en el Gráfico 11 la importancia relativa de cada núcleo temático es bastante parecida en los periódicos y en EFE. Si bien las discrepancias en la tasa de variación interanual son mayores, se mantiene una pauta única de carácter general: la clonación y la industria biotecnológica son los núcleos temáticos que más rápidamente aumentan en importancia, mientras la tasa de variación del núcleo central relativo a la genética está en torno a la media, y el núcleo medicina pierde importancia relativa.

**Gráfico 11. Importancia y tasa de variación (1994-2002) de los núcleos temáticos en las dos muestras de textos**

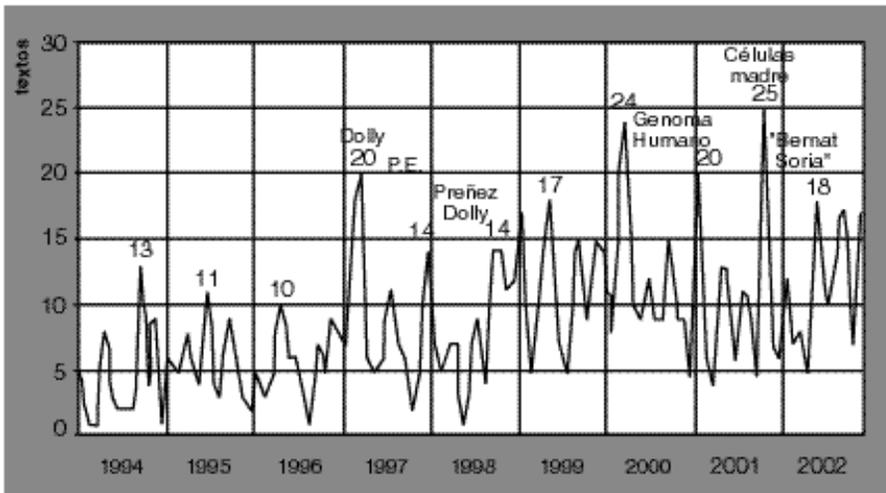
33



Por otro lado, si queremos conocer la importancia de un tema en los medios de comunicación no basta con saber cuántos textos se refieren a él, qué tamaño tienen

los textos o en qué género periodístico se encuadran, sino que es necesario tener en cuenta un fenómeno estrictamente periodístico que tiene que ver con la noción de actualidad informativa y que se puede medir a través de la concentración de la información en el tiempo. Por ello, hemos estudiado este fenómeno de concentración informativa analizando la distribución mensual de textos periodísticos en la muestra conjunta de los periódicos.

**Gráfico 12. Picos de actualidad de la biotecnología**



34

En el Gráfico 12 hemos seleccionado aquellos meses en los que aparece un número de textos que está claramente por encima de la media mensual del año, y hemos marcado estos picos indicando la fecha a la que corresponden y el número de textos que incluyen.

Hemos comprobado que existen dos tipos de concentración informativa sobre temas biotecnológicos. En primer lugar, hablamos de singularidades cuando la concentración informativa está provocada por la producción de un acontecimiento singular (la oveja Dolly, una resolución del parlamento sobre alimentos transgénicos, la presentación del Proyecto Genoma o la polémica desatada sobre células madre embrionarias) a través de varios géneros periodísticos (opinión, artículos, cartas al director, reportajes), enfoques valorativos y encuadres. En segundo lugar, hablamos de coincidencias cuando la concentración informativa de temas de biotecnología se debe a una coincidencia en el tiempo de varias noticias relacionadas con la biotecnología pero independientes entre sí.

**Tabla 3. Características de los picos de interés informativo**

<b>Fecha</b>	<b>Noticia principal</b>	<b>Otras noticias</b>	<b>Textos noticia principal</b>	<b>Total textos</b>
Septiembre 1994	Se descubre el "gen del cáncer de mama"	Material genético de un dinosaurio	5	13
Junio 1995	Descubrimiento del gen ATM del cáncer	Gen relacionado con Alzheimer, vacuna contra el sida	3	11
Abril 1996	No hay	Terapia génica		10
Febrero 1997	(25 de febrero): la clonación de la oveja Dolly, anunciada por Wilmut	Gen del glaucoma, otros temas médicos	14	18
Marzo 1997	Debate en la OMS y en el Parlamento Europeo sobre clonación humana	Genes del cáncer, terapia génica	12	20
Enero 1998	La oveja Dolly está preñada	Genes de la úlcera, otros genes humanos, clonación	8	14
Octubre 1998	No hay un único tema principal. Dos textos recogen una reunión en Valencia sobre el Proyecto Genoma	Terapia génica, xenotrasplantes, transgénicos		14
Noviembre 1998	Clonación de células madre humanas a partir de embriones (anunciado el 6 de noviembre de 1998 por James Thomson de la Universidad de Wisconsin en Science)	Terapia génica, genética y evolución	6	14
Febrero 1999	No hay	Alimentos transgénicos, conferencia de Cartagena sobre biodiversidad		18
Junio 1999	Moratoria de la UE para alimentos transgénicos	Envejecimiento prematuro de Dolly, células embrionarias, terapia génica	4	18
Abril 2000	Debate en UK y en España sobre células madre embrionarias	Clonación de seis terneras "rejuvenecidas" por ACT (4 textos)	6	24
Junio 2000	Selección de embriones humanos (para trasplantes de órganos)	Plan nacional de I+D, terapia génica	6	15
Febrero 2001	(12 de febrero): presentación del genoma humano	Varios temas	15	21
Noviembre 2001	Clonación de embriones humanos para obtención de células madre	Fundación Genoma	20	25
Junio 2002	Bernat Soria y la investigación con células madre embrionarias	Bioética, Programa Marco	12	18
Octubre 2002	No hay	Células madre embrionarias, OGM		17
<b>Total</b>			<b>125</b>	<b>256</b>

Para detectar las singularidades hemos utilizado como criterio el hecho de que al menos el 50% de los textos que conforman un pico de concentración informativa se refieran a un mismo acontecimiento o clase de acontecimientos muy próximos en el tiempo y estrechamente relacionados entre sí (por ejemplo, diferentes declaraciones de científicos sobre el mismo tema). Con estos criterios, en los dieciséis picos de concentración informativa hay sólo seis singularidades estrictas (filas sombreadas en la Tabla 3), generadas por los siguientes acontecimientos:

- a) Anuncio del nacimiento de Dolly (febrero, 1997)
- b) Resolución del Parlamento Europeo sobre clonación humana (marzo, 1997)
- c) Preñez de Dolly (enero, 1998)
- d) Presentación del genoma humano (febrero, 2001)
- e) Debate sobre células madre a partir de embriones humanos clonados (noviembre, 2001)
- f) Asunto "Bernat Soria":<sup>3</sup> investigación con células madre embrionarias (junio 2002)

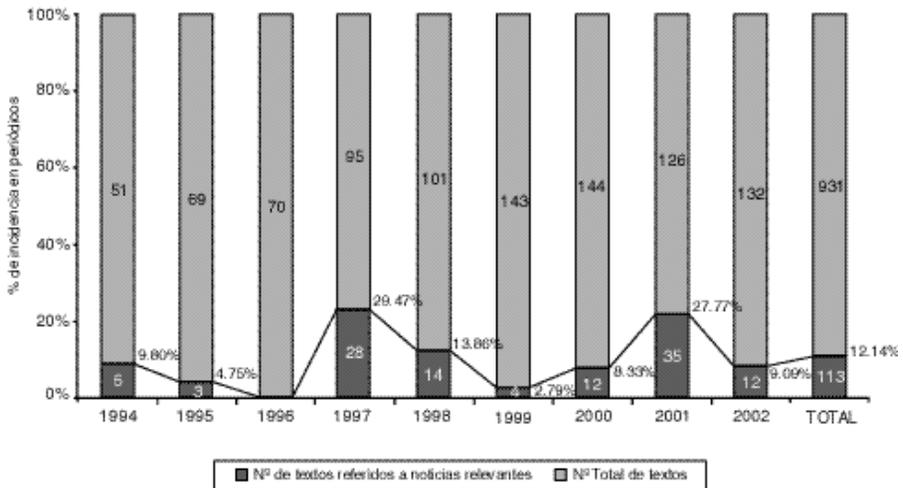
Como puede observarse, la clonación es el tema "estrella" de la biotecnología en los medios, al menos desde 1997 cuando, de forma directa o indirecta, ha dado lugar a tres de las seis singularidades informativas. En relación con las coincidencias, se ha producido un desplazamiento desde los temas relacionados con el núcleo medicina a los temas relacionados con los núcleos clonación e industria alimentaria.

36

Por término medio, los textos que se refieren a los acontecimientos más relevantes (referidos a la "noticia principal" de cada pico de actualidad informativa) suponen el 12% de los textos dedicados a la biotecnología. En el año 1997 el porcentaje de estos textos se elevó hasta el 29,47%, debido al anuncio de la clonación de la oveja Dolly y al debate en la OMS y en el Parlamento Europeo sobre clonación humana; en el año 2001 se llegó al 27,77% con motivo de la clonación de embriones humanos para la obtención de células madre y de la presentación del genoma humano.

<sup>3</sup> Bernat Soria es catedrático de Fisiología y Director del Instituto de Bioingeniería de la Universidad Miguel Hernández de Elche (Alicante). Ha adquirido relevancia social en España por defender abiertamente el uso de células madre embrionarias para la investigación. Su principal línea de investigación se centra en el tratamiento de ratones diabéticos con células madre embrionarias.

**Gráfico 14. Evolución de la incidencia en los periódicos de las noticias biotecnológicas más importantes**



#### 4. Conclusiones

37

Las principales conclusiones que podemos extraer de nuestro estudio son las siguientes:

- 1) Los temas relacionados con la biotecnología ocupan un lugar de importancia creciente en los medios de comunicación analizados, siendo un área de interés informativo constante y prácticamente diario, que triplicó su presencia en los últimos ocho años.
- 2) Los acontecimientos y fuentes de ámbito internacional condicionan la agenda mediática de la biotecnología. Sin embargo, se aprecia una clara tendencia al aumento del ámbito nacional, mientras que las referencias regionales o locales son prácticamente inexistentes en la muestra analizada.
- 3) Como se comentó en el inicio de este artículo, el estudio nos permite conjeturar que se está operando una transformación profunda en la forma en la que los temas biotecnológicos se integran en la cultura a través de los medios, a diferencia de lo que se había observado en estudios anteriores. Se aprecia una mayor complejidad e intensidad en el tratamiento de la información biotecnológica y una mayor importancia relativa de ésta en el contenido de los periódicos. Además, se destaca sobre todo la importancia creciente que tienen los encuadres de política científica y de impacto social, frente a los más tradicionales de divulgación científica. Todo esto indica que se está produciendo un cambio respecto al tradicional bajo nivel de interés o de participación de los españoles en los temas biotecnológicos de interés público (Muñoz, 1998).

- 4) A pesar del carácter polémico de muchos de los acontecimientos y temas tratados, el tono valorativo que se transmite en los medios analizados en relación con los temas biotecnológicos es predominantemente neutral o positivo. La tonalidad negativa se asocia sobre todo a temas de contenido claramente político.
- 5) La mayor parte de los contenidos mediáticos sobre biotecnología se organizan en torno a tres núcleos temáticos: salud humana o medicina, clonación y alimentos transgénicos. Además, existe un núcleo más difuso que agrupa a todos los demás y cuyo contenido temático más específico, la genética humana, animal o vegetal, se asocia significativamente con referencias genéricas a la ciencia y a la tecnología.
- 6) Se ha producido, a lo largo del periodo, un desplazamiento del interés informativo desde los temas médicos tradicionales (cáncer, terapia génica, etc.) a los temas relacionados con la clonación y con los alimentos transgénicos.
- 7) Los temas "estrella" de actualidad (clonación, genoma humano, etc.) tienen una importancia moderada pero creciente en relación con el conjunto total de la información sobre biotecnología.

## Bibliografía

AIBAR, A. (2003): "La comprensión pública de la ciencia y la tecnología", en A. Aibar y M. A. Quintanilla, *Cultura Tecnológica*, Barcelona, Horsori-ICE-Universidad de Barcelona, pp.127-46.

BORRILLO, D. [comp.] (1996): *Genes en el estrado: límites jurídicos e implicaciones sociales del desarrollo de la genética humana*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

GASKELL, G.; ALLUN, N. y STARES, S. (2003): "Europeans and Biotechnology in 2002", Eurobarometer 58.0, European Commission.

GENOMA ESPAÑA (2004): *Avance del Estudio Estratégico de la Biotecnología en España: descripción e Indicadores*, Madrid.

HUMANES, M. L. et al. (2001): "La información sobre ciencia y tecnología en la prensa española. Un análisis de contenido de los diarios El País y El Mundo", ponencia en el *I Congreso Ibérico de Comunicación: la sociedad de la comunicación en el siglo XXI*, Málaga, Mayo.

LUJAN, J. L. y TODT, O. (2000): "Perceptions, attitudes and ethical valuations: the ambivalence of the public image of Biotechnology in Spain", *Public Understanding of science*, 9, pp. 383-392.

MILLER, J. D.; PARDO, R. y NIWA, F. (2000): *Public perceptions of science and technology. A comparative study of European Union, the United States, Japan and Canada*, Madrid, Fundación BBV.

MORENO, C. (2001): "La Biotecnología en la prensa diaria (1988-1998): Análisis y Tendencias", Tesis, Universidad Complutense.

\_\_\_\_\_ (2004): "Medios de comunicación e información científica", *Sistema*, 179-180, Marzo, Fundación Sistema.

MORENO, L. (1996): "La Opinión pública y los avances en genética", en Daniel Borrillo (comp.), *Genes en el estrado: límites jurídicos e implicaciones sociales del desarrollo de la genética humana*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

MUÑOZ, E. (1998): "La complejidad de la biotecnología y la percepción pública: una inevitable relación", *Quark*, 12, pp. 14-18.

\_\_\_\_\_ (2002a): "La cultura científica, la percepción pública y el caso de la biotecnología", ponencia presentada en el Seminario *La cultura científica en la sociedad de la información*, Oviedo, Mayo.

\_\_\_\_\_ (2002b): "Percepción Pública y Biotecnología. Patrón de conflicto entre información, conocimiento e interés", en E. Ibáñez, *Plantas transgénicas: de la ciencia al derecho*, Granada, pp. 111-139.

PLAZA, M. (2004): "Análisis de contenido sobre el tratamiento de las aplicaciones biotecnológicas en la prensa española", *Sistema*, 179-180, Marzo, Fundación Sistema.

39

QUINTANILLA, M. A. (2003): "Cultura tecnológica", en Aibar, A. y Quintanilla, M.A., *Cultura tecnológica. Estudios de ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Horsori-ICE -Universidad de Barcelona.



## De “átomos para la paz” a los reactores de potencia. Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)

**Diego Hurtado de Mendoza** (dhurtado@mail.retina.ar)  
Centro de Estudios de Historia de la Ciencia “José Babini”  
Universidad Nacional de San Martín, Argentina

Durante el período 1955-76, el programa nuclear argentino se integró a la arena internacional; su Comisión Nacional de Energía Atómica construyó cuatro reactores de investigación, adquirió a una empresa alemana y puso en marcha el primer reactor de potencia Atucha I, y compró a una empresa canadiense un segundo reactor de potencia. En este artículo se examinan estos desarrollos en relación con el contexto político local y con el panorama nuclear internacional. En particular, se analizan la política diplomática argentina frente a los tratados de Tlatelolco (1967) y No Proliferación de Armas Nucleares (1968) y las consecuencias de las presiones internacionales posteriores a la explosión atómica realizada por la India en 1974. Finalmente, se comparan las expectativas del programa nuclear argentino con las de Brasil y México a comienzos de la década de 1970.

41

**Palabras clave:** Argentina, historia de la ciencia, energía nuclear, CNEA.

*During the 1955-76 period, Argentina's nuclear program entered the international arena, as the Argentine Atomic Energy Commission constructed four research reactors, purchased the first power reactor Atucha I from a German firm, put it into operation and acquired a second power reactor from a Canadian firm. This article examines these developments in connection with the unstable local political context and the international nuclear landscape. Particularly, it analyzes Argentine diplomatic policy opposing to Tlatelolco Treaty (1967) and Non Proliferation of Nuclear Weapons Treaty (1968) and the consequences derived from international pressures following India's atomic explosion in 1974. Finally, Argentina's nuclear program expectations are compared with those claimed by Brazil and Mexico in the early the 1970s.*

**Key words:** Argentina, history of science, nuclear energy, CNEA.

## 1. Introducción

Desde fines de la década de 1950, la Argentina, país que no logra superar su perfil agroexportador, se ha ido consolidando, sin embargo, como productor de tecnología nuclear. Este logro no es independiente de otro hecho "anómalo": una política nuclear que, a diferencia de numerosas líneas de investigación dentro de las universidades públicas, pudo atravesar golpes de estado y crisis económicas recurrentes. En este sentido, la historia del desarrollo nuclear en la Argentina cobra particular interés como caso que puede ayudar a comprender cuáles son las condiciones de posibilidad - políticas e institucionales- para la asimilación y desarrollo de una tecnología de punta en un contexto periférico.

Un punto de interés adicional viene dado por el hecho de que, durante el período analizado, el área nuclear en la Argentina estuvo bajo el control formal de la Marina. Si bien es un hecho característico de la tecnología nuclear el interés que, desde sus orígenes en la década de 1940, despertó en los sectores militares, en el caso de la Argentina cobra particular relevancia por el protagonismo que en este país tuvieron las Fuerzas Armadas en la siempre inestable configuración del poder político, por lo menos hasta 1983.

Finalmente, que hoy la Argentina esté exportando tecnología nuclear puede ser un buen motivo para una revisión de la historia de cómo esta situación llega a ser posible, sobre todo si se tiene en cuenta que en el debate público desencadenado hace poco tiempo por la venta de un reactor de investigación a Australia por parte de la empresa INVAP (INVESTIGACIONES APLICADAS), la variable histórica -que es la única que puede dar un sentido social de mediano y largo plazo al tema nuclear- estuvo ausente.

El presente trabajo examina el proceso de toma de decisiones y construcción del programa nuclear argentino durante el período 1955-1976, el cual se inicia con una política nuclear aún no definida claramente, aunque con las líneas maestras de una estructura institucional ya establecida antes de la caída de Perón, y se cierra con el golpe de estado de marzo de 1976, momento en el cual la Argentina ya había inaugurado en Atucha (provincia de Buenos Aires) la primera central de potencia de América latina y había iniciado la construcción de una segunda central en Embalse (provincia de Córdoba). Durante el período considerado se construye en la arena internacional la imagen de la Argentina como uno de los países proliferadores dentro del mundo en desarrollo, lo que significó desde fines de los años sesenta enfrentar un panorama internacional complejo y, en ocasiones, hostil al desarrollo nuclear. En este sentido, el presente artículo dedicará cierto espacio al escenario internacional y a la política diplomática de la Argentina en relación con el área nuclear.

## 2. Primer esbozo de una política nuclear

Al momento del golpe de septiembre de 1955, el gobierno de Perón había logrado dar algunos pasos claves en la dirección de un desarrollo sostenido en el área

nuclear. Luego del fracaso y el escándalo internacional del “affaire Richter”,<sup>1</sup> el desarrollo en el campo nuclear había sido transferido de manos del Ejército a la Marina -quedando al frente de esta empresa el Capitán Pedro Iraolagoitia- y se había concentrado el esfuerzo en la Dirección Nacional de Energía Atómica (DNEA). Mientras que la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) había sido creada en 1950 como soporte administrativo de las actividades de Richter y dependía directamente del Poder Ejecutivo, la DNEA, creada al año siguiente como organismo dependiente del Ministerio de Asuntos Técnicos, apuntó al entrenamiento de científicos y técnicos locales.

Como parte de este proceso, en 1953 se organizó el primer curso sobre reactores nucleares destinado a investigadores jóvenes. Esta actividad fue continuada en 1954, cuando el matemático Alberto González Domínguez, con la colaboración del joven físico católico José A. Balseiro y el matemático Luis Santaló, organizaron un curso de verano en Bariloche. Al año siguiente se realizó una segunda escuela de verano en la que se repitió el curso de reactores, se dictaron cursos de física teórica destinados a estudiantes de física avanzados y se realizó un taller organizado por la Unesco para profesores de física (López Dávalos y Badino, 2000: 173-74). Finalmente, por convenio entre la Universidad Nacional de Cuyo y la CNEA, en el otoño de 1955, Balseiro pudo concretar la creación del Instituto de Física de Bariloche (García y Reising, 2002: 34-38).<sup>2</sup>

El mismo año se crearon también las Divisiones de Metalurgia y de Reactores de la CNEA y se contrató a Jorge Sábato, un profesor de física de enseñanza secundaria, para organizar y hacerse cargo de la primera. Definido por sus biógrafos como autodidacta, además de dedicarse al estudio y la enseñanza de la física, la necesidad de ganarse la vida había llevado a Sábato en 1947 a ejercer el periodismo. En 1952 dirigía un pequeño laboratorio de investigaciones de una empresa metalúrgica.<sup>3</sup> Se retiró en 1954 para participar en la creación de uno de los primeros laboratorios privados de desarrollo para el apoyo de la industria metalúrgica y mecánica del país.<sup>4</sup> La empresa fue contratada por la CNEA para que asesorara sobre metalurgia y elementos combustibles (Martínez Vidal, 1994: 80-3).

En el plano internacional, la Argentina se integró al programa “Átomos para la Paz”, promovido por la administración norteamericana del presidente Eisenhower, y firmó un acuerdo de cooperación con los Estados Unidos, el cual sostenía que este país suministraría el uranio enriquecido para los futuros reactores de investigación

<sup>1</sup> Mucho ha sido escrito acerca del “caso Richter”. El relato más detallado y exhaustivo se encuentra en Mariscotti (1985). Puede verse, también: Gaviola (1955); *Primera Plana* (1967); Westerkamp (1975: 44-46); Cabral (1985); Mariscotti (1990); o Meding (1999: 273-88).

<sup>2</sup> Luego de la muerte prematura de Balseiro, ocurrida en marzo de 1962, el instituto sería rebautizado con su nombre.

<sup>3</sup> Se trata de la Empresa Metalúrgica Guillermo Decker S.A., empresa pionera en la Argentina en cuanto a la integración de la investigación a la producción.

<sup>4</sup> Se trata de la empresa IMET (Investigaciones METalúrgicas), creada junto con Luis A. Bosch.

argentinos.<sup>5</sup> A partir de entonces, la CNEA fue organizada sobre la base de líneas semejantes a las instituciones del mismo estilo que se fueron estableciendo en otros países en desarrollo. Con intensivos programas de investigación y entrenamiento de personal, el objetivo central fue la instalación de reactores de investigación, tratando al comienzo de contar con toda la ayuda técnica y financiera extranjera que fuera posible (Redick, 1972: 12; Sábato, 1973: 23). En la Primera Conferencia Internacional sobre Usos Pacíficos de la Energía Nuclear, realizada en Ginebra en agosto de 1955, la delegación argentina aportó 37 trabajos, entre los cuales el grupo de radioquímica presentó trece nuevos radioisótopos (Martínez Vidal, 1994: 178-79).<sup>6</sup>

Con la caída de Perón en septiembre de 1955, la vieja CNEA fue asimilada a la DNEA que, a su vez, pasó a llamarse CNEA. Como la primitiva CNEA de Richter, la nueva CNEA pasó a depender directamente del Poder Ejecutivo. También fue reemplazado Iraolagoitia por el Capitán de Fragata (más tarde Almirante) Oscar Quihillalt, que por entonces se encontraba a cargo de la Planta Experimental de Altas Temperaturas y había sido un activo participante en la consolidación del Instituto de Física de Bariloche. Quihillalt se había graduado en la carrera de Ingeniero Especialista en Radiocomunicaciones en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y había estudiado en los establecimientos Bofors en Karlskoga, Suecia. A fines de la década de 1940 trabajó en aplicaciones de máquinas de calcular a la balística y fue autor de los primeros trabajos escritos en la Argentina sobre computadoras (Babini 2003, 15-16).<sup>7</sup> Salvo por una breve interrupción, Quihillalt estaría a cargo de la presidencia de la CNEA desde 1955 hasta el retorno de Perón en 1973, lo que significó atravesar la gestión de ocho presidentes nacionales.

44

La Argentina formó parte del grupo de países que en 1956 firmaron el acta que estableció la International Atomic Energy Agency (IAEA) y que aceptó su sistema de salvaguardias.<sup>8</sup> La exploración de la factibilidad de que las economías de los países en desarrollo fueran capaces de incorporar la producción y el uso de energía nuclear estuvo entre las primeras medidas que consideró la IAEA. En América latina, las investigaciones preliminares se concentraron en Brasil y la Argentina. En este último caso, la IAEA analizó la posibilidad de priorizar el desarrollo de la capacidad de producción de energía nuclear en la provincia de Buenos Aires y en la Patagonia (IAEA, 1959: 4). Durante estos primeros años, la IAEA envió a la Argentina algunos

<sup>5</sup> Entre 1955 y 1961, la U.S. Atomic Energy Commission firmó 25 acuerdos para cooperar en investigación; 14 para cooperar en investigación y en producción de potencia; 11 acuerdos con propósitos de defensa mutua, y tres acuerdos especiales con IAEA y EUROATOM (ver, por ejemplo, Hewlett y Holl, 1989: 581).

<sup>6</sup> La lista detallada de los radioisótopos descubiertos en la Argentina, puede verse en Radicella (2002: 25).

<sup>7</sup> Entre otras actividades, Quihillalt intentó impulsar la construcción en el país de un analizador digital, las calculadoras analógicas que Vannevar Bush había construido en el MIT. Ver Quihillalt (1949a); ibid. (1949b); ibid. (1951).

<sup>8</sup> La lista de países firmantes y los posteriores adherentes, puede verse en IAEA(1957: 483-84).

equipos y expertos.<sup>9</sup> A cambio, la Argentina también envió sus expertos para asistir principalmente, aunque no sólo, a países de América latina.<sup>10</sup> El segundo curso internacional sobre el uso de radioisótopos en agricultura y medicina, especialmente diseñado para participantes de América latina, tuvo lugar en Buenos Aires y fue organizado conjuntamente por la CNEAy la IAEA en 1959 (Fremman, 1960: 388-9).<sup>11</sup>

Un hecho que cobraría con el tiempo cierta dimensión de hito histórico tuvo lugar el 17 de enero de 1958, cuando el RA-1, el primer reactor de investigación argentino, alcanzó el estado crítico. El reactor y sus elementos combustibles habían sido manufacturados en el país a partir de los planos que había conseguido Quihillalt del reactor tipo Argonaut, desarrollado pocos meses atrás en el Argonne National Laboratory de Chicago, Estados Unidos.<sup>12</sup> Al poco tiempo, el *know-how* de los elementos combustibles del nuevo reactor, manufacturados por la División de Metalurgia de Sábato, fueron vendidos a la empresa alemana Degussa-Leybold. Esta fue la primera venta de tecnología nuclear de la Argentina.<sup>13</sup>

Las gestiones de Iraolagoitia y Quihillalt entre 1952 y 1958, el papel central de Sábato en las aspiraciones de impulsar un programa nuclear que diera un lugar central a la autonomía, junto al marco legal establecido durante este período,<sup>14</sup> comenzaron a delinear las líneas estratégicas que caracterizarán el “estilo de trabajo” futuro de la CNEA: intensa dedicación a la formación de técnicos e investigadores y decisiones arriesgadas que permitieran avanzar en la integración de los sectores científico, tecnológico e industrial. El objetivo era concretar lo que en el plano ideológico aparecía como “independencia tecnológica”.

45

La transición hacia lo que sería un breve período de democracia marcado por la llegada al gobierno de Arturo Frondizi motivó un cambio en el directorio de la CNEA. Quihillalt fue reemplazado por el Almirante Helio López. Sin embargo, su decisión de no renovar el directorio de CNEA lo llevaría a dejar el cargo un año y medio más tarde. En 1959, Quihillalt asumió nuevamente la dirección de la CNEA y, desde

<sup>9</sup> Como parte de un programa de relevamiento de las necesidades de algunos países en desarrollo y distribución de equipamiento, en abril de 1961 la IAEA publicó su programa de asistencia técnica. Allí aparece que la Argentina recibiría, además de la visita de expertos, un equipamiento valuado en 41.500 dólares (IAEA, 1961: 17).

<sup>10</sup> Sobre los expertos de la IAEA que visitaron la Argentina durante la década de 1960 y sobre los argentinos que prestaron asistencia en este mismo marco, puede verse la sección “Technical Assistance Experts in the Field” del IAEA Bulletin (desde Julio de 1963 hasta Noviembre de 1969).

<sup>11</sup> El primer curso había tenido lugar en Cornell University (Estados Unidos) y había sido dedicado a técnicas de radioisótopos para investigadores en las áreas de agricultura, silvicultura, pesca y nutrición.

<sup>12</sup> El Argonaut (Argonne Nuclear Assembly for University Training) era un reactor de investigación de baja potencia (10kW de calor), bajo costo y moderado con agua liviana. Había sido diseñado para ser suficientemente seguro para el uso de estudiantes.

<sup>13</sup> Un relato detallado acerca de la construcción del RA-1, puede verse en Hurtado de Mendoza (2004).

<sup>14</sup> Para la cuestión de la autonomía en la determinación de objetivos y regulaciones, ver *Decreto 384* (16 de octubre de 1955). También se reforzó el control, propiedad y producción del material radioactivo a través del *Decreto 22.477* (18 de diciembre de 1956) y se reorientaron los objetivos de CNEA hacia la investigación científica con fines en la aplicación industrial a través del *Decreto 842* (24 de enero de 1958).

entonces, el grupo ejecutivo a cargo se mantuvo casi intacto hasta 1973, situación que hizo posible cierta continuidad del programa nuclear (Poneman, 1982: 71), aun durante el cataclismo que sacudió las actividades de investigación y desarrollo en las universidades públicas luego de la llamada “noche de los bastones largos”, en julio de 1966. El presidente Frondizi declaró el programa nuclear de “alto interés nacional”.<sup>15</sup> Sin embargo, como parte de las medidas de austeridad encaradas por el gobierno, Frondizi redujo el presupuesto de CNEAa casi la mitad (CNEA, 1970: 78).

Hacia 1960, alrededor de 20 graduados ya habían pasado por lo menos dos años en laboratorios como el Physical Metallurgy Department de la University of Birmingham, el Max Planck Institut für Metallforschung en Stuttgart, la Ecoles des Mines en Paris o la Metallurgy Division del Argonne National Laboratory. La División de Metalurgia contaba entonces con 25 científicos, 50 técnicos, 1.500 metros cuadrados de instalaciones y más de 40 millones de pesos en equipos (Sábato 1962, 10).

A nivel nacional, además de la creación del Instituto de Física de Bariloche y los cursos dictados por la CNEA en Buenos Aires, desde 1956 se había incrementado la participación de las Facultades de Ciencias Exactas y Naturales, Ingeniería y Medicina de la Universidad de Buenos Aires y la Facultad de Agronomía de la Universidad de La Plata. Como era de esperar en un país agro-exportador, que también contaba con una importante tradición en ciencias biomédicas, el uso intensivo de radioisótopos en agricultura y medicina a comienzos de los sesenta ayudó a integrar las actividades de la CNEA a los programas de instituciones como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); el Hospital de Clínicas; y el Instituto Ángel Roffo (para investigación y tratamiento del cáncer), el cual contó desde 1962 con una unidad de cobalto (IAEA, 1962a: 15-17).<sup>16</sup> Los departamentos de Radioisótopos y Biología y Medicina de la CNEA usaban, además de sus propios laboratorios, otros 27 pertenecientes a centro de investigación de universidades y hospitales (IAEA, 1962b: 9).

Entre los proyectos iniciados y cancelados antes de 1965, se cuentan el de una planta piloto para la producción de agua pesada y la fabricación de uranio metálico en el Centro Atómico de Ezeiza (Alegria et al., 1972a: 10); y un proyecto de construcción de un prototipo que se continuaría con la de un reactor en la Antártida (RAA-1); asimismo, tampoco resultó viable durante estos años el diseño y construcción de un reactor de investigación con capacidad de 40-50 MW (IAEA, 1962a: 18).

En los nueve años que siguieron a la entrada en operación del RA-1, la CNEA desarrolló otros tres reactores de investigación. El RA-0, instalado en 1960, fue

<sup>15</sup> *Decreto 7006* (10 de junio de 1960).

<sup>16</sup> También los hospitales Ramos Mejía, Rawson y el Hospital de Niños en Buenos Aires. Sobre la participación de la Argentina en la “revolución verde” (el uso de técnicas de radiación para inducir mutaciones), puede verse IAEA(1969a: 19).

concebido como equipo auxiliar para ensayar mejoras de diseño para el RA-1 y finalmente transferido a la Universidad Nacional de Córdoba. En 1966 fue finalizado el RA-2, diseñado para realizar estudios preliminares que permitieran la construcción de un reactor de mayor potencia. Este objetivo se concretó con la inauguración del RA-3, en diciembre de 1967, en el Centro Atómico de Ezeiza.<sup>17</sup> En los años siguientes se trabajó en modificaciones del RA-1 y el RA-3. Finalmente, en noviembre de 1969, la República Federal de Alemania donó un cuarto reactor de investigación Siemens SUR 100, el cual fue instalado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario en octubre de 1972 (Cosentino, 1972: 292; Sábato, 1973: 28, 30; Rapoport, 1985).

En cuanto a las materias primas, las exploraciones habían comenzado en 1950. En 1955, la CNEA contaba con un grupo de treinta geólogos, quienes trabajaban en la prospección sistemática de minerales de uranio en el país (Alegria et al., 1972a: 8). A mediados de 1960, Argentina se encontraba entre las primeras nueve naciones en reservas de uranio (Eklund, 1964: 14). Sin embargo, durante la década de 1960 la producción de uranio fue más bien errática.<sup>18</sup> Durante este mismo período, uno de los primeros estudios acerca de las naciones con capacidad para construir armas nucleares incluyó a la Argentina entre aquellas que podrían sostener un programa de este tipo, a pesar de su desarrollo industrial limitado y la escasez de científicos capacitados. Esta evaluación, sin embargo, consideró improbable que países como la Argentina pudieran desarrollar armas nucleares en menos de cinco años (Burns, 1965: 865-6).<sup>19</sup>

47

### 3. El primer reactor de potencia

Un nuevo estadio en la historia de la energía nuclear en la Argentina comenzó en 1964, cuando fue concebida por primera vez la posibilidad de construir la primera planta nuclear de potencia. La CNEA contó durante el primer período con la asistencia del Commissariat à l'Energie Atomique de Francia para determinar la factibilidad económica del proyecto. De acuerdo con informes previos de la CEPAL y la IAEA, los expertos franceses concluyeron que para 1972 entre 300 y 500 MW de potencia nuclear serían necesarios en Buenos Aires, lugar muy alejado de las fuentes de potencia hidroeléctricas. Quihillalt intentó concretar un acuerdo para comprarle a Francia un reactor de potencia de uranio natural. Se llegó a la instancia de preparar una carta de intención por un equipo de argentinos y franceses. Sin embargo, los

<sup>17</sup> Se trató de un reactor tipo tanque de 5 MW de potencia térmica. Todos sus componentes fueron manufacturados en la Argentina, incluyendo el 90% de la electrónica y el equipo de control (Sábato, 1973: 28). Por problemas de diseño, el RA-3 comenzó a operar regularmente a comienzos de 1969.

<sup>18</sup> La producción de uranio fue de alrededor de 20.000 toneladas en 1958; 5.000 toneladas durante la presidencia de Frondizi; 58.000 toneladas en 1965, y 13.000 en 1966. Las fluctuaciones continuaron durante los años setenta. La producción de concentrado de uranio sigue aproximadamente estas fluctuaciones (Poneman, 1982: 74).

<sup>19</sup> En el mismo grupo se encontraban Brasil, México, Noruega, España y Sudáfrica. El estudio aludido es *The Nuclear Problem and Arms Control* (Planning Pamphlet No.108) - Washington, D.C.: National Planning Association, 1960.

franceses concluyeron que no podían ofrecer los términos de financiamiento requeridos por la Argentina (Sábato, 1973: 32; Hymans 2001).<sup>20</sup>

Aceptadas las estimaciones que afirmaban que la potencia eléctrica del Gran Buenos Aires-Litoral se incrementaría en 1300 MW en el período 1966-1972, se decidió que la central nuclear debía ubicarse en esta región. La CNEA propuso no contratar una empresa extranjera para que realizara el informe de factibilidad y en abril fue autorizada a realizarlo con su propio personal.<sup>21</sup> Para respaldar esta decisión también se argumentó que ninguna de las plantas hidroeléctricas que estaban siendo construidas podría estar terminada antes de 1972 (Alegría et al., 1964: 11; Quihillalt, 1969: 435; Sábato, 1973: 30).<sup>22</sup> El gobierno de Illia destinó 600.000 pesos para este objetivo (Poneman, 1982: 72):<sup>23</sup>

Para tal fin se estudiaron los problemas técnicos, económico-financieros, políticos, jurídicos, sociales y sanitarios, inherentes a la instalación de una central nuclear. Se analizaron también sus efectos sobre la conservación de recursos naturales, el autoabastecimiento energético en el desarrollo de la industria nacional, el futuro mercado latinoamericano de energía nuclear, y finalmente, el impacto socio-cultural derivado de la incorporación a la realidad argentina de una de las tecnologías más avanzadas del mundo contemporáneo. (Sábato, 1970: 34)

48

El informe de factibilidad fue terminado en catorce meses y sus conclusiones fueron marcadamente favorables a la instalación de una planta nuclear de entre 300 a 500 MW, en el área de Atucha, 100 kilómetros al noroeste de Buenos Aires. La instalación y operación de la planta fue considerada financieramente viable y el costo de potencia eléctrica se estimó inferior al de una planta térmica convencional (Sábato, 1970: 35).

A fines de junio de 1966, se produjo un nuevo golpe de estado que puso como presidente provisional al General Juan Carlos Onganía. La única expresión pública de oposición a la nueva dictadura militar provino de las universidades públicas, consideradas por el nuevo gobierno como un refugio para la "infiltración comunista" (Rouquié, 1982: 254). Las ocho universidades públicas fueron intervenidas, y una violenta represión tuvo lugar el 29 de julio. El incidente tuvo repercusión internacional.

<sup>20</sup> El contacto de la CNEA con el Commissariat à l'Energie Atomique de Francia está tratado con detalle en Hymans (2001). Este autor demuestra con documentación inédita que la decisión final de Francia es ajena a cuestiones relacionadas con la proliferación de armas nucleares, como afirma Spector (1984: 200-01).

<sup>21</sup> El 10 de abril de 1964, la Comisión Nacional de Coordinación de Grandes Obras Eléctricas aprobó la realización del estudio de factibilidad de una central nuclear (Alegría et al., 1964: 4). En relación con este estudio, Hymans (2001) menciona la colaboración durante el período del Commissariat à l'Energie Atomique Francés en los primeros pasos de CNEA.

<sup>22</sup> El equipo, a cargo de un comité de tres miembros -el presidente de CNEA, el gerente de energía y el gerente de tecnología- estuvo integrado por doce profesionales (Sábato, 1970: 33).

<sup>23</sup> Decreto 485 (22 de enero de 1965).

El resultado fue la masiva renuncia de profesores y el éxodo de prestigiosos científicos (Tellez, 1966; Maidenberg, 1966).<sup>24</sup> Si bien la CNEA no fue afectada de forma directa por este evento, sí padeció en los años siguientes el declinamiento general de las actividades científicas que siguieron a este período.<sup>25</sup>

Antes del llamado a ofertas, la CNEA había ya decidido a priori algunos puntos. Sin embargo, esto fue conservado en el más estricto secreto, ya que el directorio de la CNEA había decidido aceptar ofertas aún incompatibles con aquellas decisiones con el objetivo de incentivar la competencia. El hecho de que los reactores de uranio enriquecido presentaban un único proveedor -los Estados Unidos- fue considerado una desventaja decisiva. Por esta razón, si bien esta opción no fue descartada, se favorecerían las ofertas basadas en reactores de uranio natural. El uso de agua pesada implicaba también cierta dependencia de fuentes extranjeras, pero se trataba de un compromiso a corto plazo, mientras que la necesidad de uranio enriquecido implicaba un compromiso mayor y de largo plazo (Sábato, 1973: 32). Una menor dependencia compensaría, se argumentó, el mayor precio de los reactores de uranio natural. Por otra parte, la decisión a favor de éstos significaría que la producción de agua pesada se transformaría en una de las prioridades de la CNEA (Luddemann, 1983: 380-1). Finalmente, debido al hecho de que la Argentina no era rica en fuentes convencionales de energía -petróleo, gas o carbón- la posibilidad de incorporar la fuentes de uranio local fue considerada un paso hacia la diversificación de las fuentes de energía (Sábato, 1970: 35).

A pesar de las ventajas de un nivel de potencia para Atucha estimado entre 500 y 550 MW, “había en las altas esferas del Gobierno un poderoso grupo, respaldado por la Secretaría de Energía, completamente en contra a cualquier planta nuclear. Solamente después de una dura batalla, se aceptó la idea de una planta de 300MW de potencia [...]” (Sábato, 1973: 32).

49

El llamado a ofertas tuvo dos aspectos claves: (1) debido al hecho de que la CNEA había decidido por adelantado que no pediría financiamiento a agencias internacionales, tales como el Banco Mundial, el financiamiento propuesto tenía que ser incluido explícitamente en las ofertas de manera detallada; (2) solamente aquellas ofertas que consideraran una intensa participación de la industria local serían tenidas en cuenta. En cuanto a los elementos combustibles, aun si la selección favoreciera la opción de uranio enriquecido, ellos debían ser manufacturados en la Argentina (Quihillalt, 1969: 438; Sábato, 1970: 37; Sábato, 1973: 30-32).

<sup>24</sup> Un matemático del MIT, Warren Ambrose, quien se encontraba ese día en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y recibiera golpes de la policía, desencadenó un escándalo internacional. Puede verse, por ejemplo, Langer (1966).

<sup>25</sup> Como ejemplo, puede citarse la línea de investigación en Isótopos Alejados de la Línea de Estabilidad, que se inició durante este período en el Departamento de Física Nuclear de la CNEA. Inicialmente se pensaba contar con la colaboración de los grupos de física teórica y física nuclear del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Universidad de Buenos Aires), pero el proceso iniciado con represión del 29 de julio evitó la participación de estos últimos (Pérez Ferreira, 1968).

El 31 de julio de 1967, diecisiete ofertas habían sido presentadas por compañías francesas, canadienses, americanas y alemanas. El proceso de selección fue conducido por el mismo grupo que había estado a cargo del informe de factibilidad. La decisión fue elevada al Poder Ejecutivo en diciembre. La selección favoreció a la empresa alemana Siemens, que había ofrecido el cien por ciento del financiamiento, incluido los costos locales. “Todo el mundo afirmaba que no podríamos conseguir algo así” (Sábato, 1970: 38). La característica más desfavorable de la elección fue que la central ofrecida era la primera que se construiría de su tipo. La firma alemana sólo contaba con un prototipo en operación de 50 MW (Quihillalt, 1969: 439).

Con el objetivo de establecer una relación entre los industriales locales y la División de Metalurgia, la CNEAy la Asociación de Industriales Metalúrgicos habían creado la firma SATI (Servicio de Asistencia Técnica a la Industria) en enero de 1961. Su plan original era realizar investigación y desarrollo a partir de problemas relacionados con la metalurgia que fueran planteados por las industrias locales (Wortman, 1995: 29-31). Para la concreción del acuerdo con la firma alemana, SATI organizó un comité llamado Grupo de Industrias Nacionales para relevar la capacidad industrial, evaluar el acuerdo y asegurar la participación adecuada de la industria local (Adler, 1988: 74). El costo de la planta era de 70 millones de dólares. El agua pesada y el combustible no estaban incluidos en el paquete “llave en mano”. Si se consideran este y otros puntos adicionales, el costo de la planta ascendía a 105 millones de dólares. Las 300 toneladas de agua pesada serían adquiridas a los Estados Unidos y los elementos combustibles deberían ser fabricados con uranio procesado por la CNEA (IAEA, 1969b: 28). Finalmente, el acuerdo consideraba que no habría dominios reservados, lo que hizo posible que en 1970 la CNEA mantuviera dieciséis técnicos en la casa Siemens, en Alemania. “Hay equipos argentinos metidos en todos los recovecos de esta central” (Sábato, 1970: 38).

50

#### 4. Explosiones “pacíficas” y relaciones internacionales

Salvo por algunas ambigüedades o expresiones desafortunadas efectuadas durante el período dominado por la figura de Richter, la Argentina insistió desde el comienzo con la idea de que su programa nuclear contemplaba únicamente aplicaciones pacíficas. Sin embargo, la enérgica defensa que, desde mediados de la década de 1960 hasta fines de la década de 1980, realizó la Argentina ante los foros internacionales a favor de mantener abierta la posibilidad de realizar explosiones con fines pacíficos significó una permanente fuente de conflictos.

Un elemento de tensión adicional fue la percepción argentina del problema nuclear relacionada con el pensamiento geopolítico, el cual en América latina quedó en buena medida en manos de militares (Child, 1979: 89).<sup>26</sup> La característica clave que

<sup>26</sup> Refiriéndose a la revista *Estrategia*, Child (1979: 95) sostiene: “Desde 1969, el Instituto Argentino de Estudios Estratégicos y Relaciones Internacionales (INSAR), bajo la dirección del General retirado Juan E. Guglielmelli, ha estado produciendo la que es claramente la revista más sofisticada y penetrante de geopolítica de América latina (y posiblemente del mundo)”.

dominó la perspectiva geopolítica argentina, por lo menos hasta los primeros años de la década de 1980, fue el expansionismo de Brasil y la rivalidad histórica en la carrera por el liderazgo y la hegemonía en el Cono Sur. En el terreno nuclear se destacaron dos cuestiones: (1) mantener abierta la posibilidad de construir un artefacto explosivo (con fines pacíficos); y (2) captar el mercado nuclear latinoamericano. Ambas cuestiones pueden resumirse en dos términos: autonomía nacional y hegemonía regional.

El hecho de que la Argentina haya firmado el Tratado de Prohibición Parcial de Ensayos Nucleares el mismo día en que fue abierto a la firma (el 8 de agosto de 1963), hace pensar que su posición de favorecer la posibilidad de realizar explosiones pacíficas fue consolidada posteriormente a esta fecha.<sup>27</sup> Sin embargo, queda sin explicar por qué la Argentina tardaría más de veinte años en ratificar el tratado, a diferencia de la gran mayoría de los signatarios (incluidos Brasil y la India) que lo ratificaron al poco tiempo de la firma.<sup>28</sup>

Dentro de este panorama inicial, es importante mencionar que la Argentina fue patrocinadora de las propuestas que se incorporaron al Tratado Antártico del 1° de diciembre de 1959, que prohibieron la realización de experiencias nucleares en la Antártida y el depósito de desechos de materiales radioactivos en esta región (Ruda, 1970: 77).

La Argentina participó también en el proceso que apuntó a la desnuclearización de América latina y que tuvo origen en la declaración formulada en abril de 1963 por los presidentes de Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador y México, por la cual se comprometían a "no fabricar, recibir, almacenar ni ensayar armas nucleares". El entonces Presidente de facto José María Guido, quien llegó al poder luego del levantamiento militar que expulsó a Frondizi en marzo de 1962, respondió en julio a la invitación. La Argentina se encontró entre los firmantes del anteproyecto de resolución titulado "Desnuclearización de la América latina" que fue presentado y aprobado en la Asamblea General de Naciones Unidas en noviembre de 1963 (Ornstein, 1970: 81-82).<sup>29</sup> Luego de largas y complicadas negociaciones a lo largo de tres años, el 14 de febrero de 1967 se abrió a la firma el Tratado para la Proscripción de las Armas Nucleares en la América Latina -Tratado de Tlatelolco-. La Argentina firmó el 27 de septiembre de 1967.<sup>30</sup>

51

<sup>27</sup> Este tratado, también conocido como Tratado de Moscú, no sólo prohíbe todo tipo de ensayos nucleares en la atmósfera, en el espacio exterior y bajo el agua, sino también "en cualquier medio si tal explosión causa la presencia de desechos radiactivos fuera del límite territorial del Estado bajo cuya jurisdicción o autoridad se efectúa tal explosión". Citado de Carasales (1987: 31).

<sup>28</sup> Las excepciones fueron China y Francia, que no firmaron el tratado. De acuerdo con el Diario de Sesiones de la Cámara de Senadores, 30 de abril de 1986 (p. 3850), recién el 24 de enero de 1986 el entonces Presidente Raúl Alfonsín solicitó al Congreso de la Nación la ratificación del tratado.

<sup>29</sup> Resolución 1911 (27 de noviembre de 1963).

<sup>30</sup> El Tratado de Tlatelolco fue abierto a la firma el 14 de febrero de 1967, pero entró en vigor el 24 de junio de 1969. Este tratado, que no estaba dentro del contexto del programa "Átomos para la Paz" ni de la OEA, prohibía el desarrollo o producción de armas nucleares y la recepción o instalación de las mismas. Así, la intención del tratado fue crear una zona libre de armas nucleares, prohibiendo, entre otros ítem, la instalación de bases con armas de este tipo. Una característica del mismo es la exigencia de todas las firmas para ingresar en el acuerdo de salvaguardias de la IAEA (Alonso, 1985: 86; Redick, 1975: 416).

Desde la perspectiva de sus representantes, el punto crucial se encontraba en los artículos 17 y 18, que tratan sobre el uso pacífico de la energía nuclear y las explosiones con fines pacíficos, respectivamente. Si bien tales explosiones exigen una información detallada a la IAEA sobre fecha, lugar y otros datos, junto con la obligación de aceptar personal técnico para observar sin limitaciones si el procedimiento se ajusta a la reglamentación vigente, “[...] no queda en modo alguno restringida la posibilidad de desarrollar la tecnología necesaria para producir -y experimentar- artefactos explosivos nucleares con fines pacíficos, aún similares a los bélicos, siempre y cuando los mismos no tengan el conjunto de atributos específicos que permitan identificarlos como destinados al empleo con fines bélicos” (Ornstein, 1970: 86).<sup>31</sup>

La Argentina destacó como rasgo positivo que el Tratado de Tlatelolco resguardaba el derecho de los contratantes al uso pacífico de la energía nuclear sin restricciones. Allí, el delegado argentino sostuvo que su país deseaba expresar “su satisfacción por la inclusión de cláusulas que preservan el desarrollo pacífico de la energía nuclear y, entre ellas, del artículo 18 que reconoce el derecho de las Partes Contratantes a realizar, por sus propios medios o en asociación con terceros, explosiones de dispositivos nucleares con fines pacíficos”, destacando que estos aspectos aseguran “[...] el empleo de la energía nuclear como auxiliar indispensable en el proceso de desarrollo de la América Latina y representan, en consecuencia, la condición previa y fundamental para asentar las bases de un equilibrio aceptable de responsabilidades y obligaciones mutuas para las potencias nucleares y las no nucleares en materia de no proliferación” (Guglielmelli, 1978: 13-14).

52

Antes de la firma del tratado, sin embargo, en el seno del COPREDAL (Comité Preparatorio para la Desnuclearización de la América Latina) se había discutido intensamente la definición de qué es un arma nuclear. Este punto resultó plasmado en el artículo 5 del Tratado de Tlatelolco, donde se afirma que no sólo el artefacto debe ser “susceptible de liberar energía nuclear en forma no controlada”, sino también que debe tener “un conjunto de características propias del empleo con fines bélicos”. Esta última condición era fundamental para países como la Argentina y Brasil, que buscaban preservar el derecho a desarrollar y emplear explosivos nucleares con fines pacíficos. El delegado argentino Luis Santiago Sanz, en una sesión del COPREDAL, sostuvo que es “el destino” el factor básico para identificar un arma nuclear (Carasales, 1997: 504).

Desde el mismo día de la aprobación del Tratado de Tlatelolco, el artículo 18, en combinación con los artículos 1 y 5, fueron fuente de controversias. No resultaba claro si el tratado autorizaba las explosiones pacíficas o si esto ocurriría solamente cuando existiera un mecanismo para distinguirlas de las explosiones con fines

<sup>31</sup> R. Ornstein (1970), Capitán de Fragata, se refiere al pasaje del artículo 18 del Tratado de Tlatelolco que afirma “inclusive explosiones que presupongan artefactos similares a los empleados en el armamento nuclear”.

bélicos. La segunda interpretación, apoyada por Estados Unidos,<sup>32</sup> significaría la veda de las explosiones pacíficas por tiempo indefinido. Para no dejar dudas de su posición, el gobierno argentino, al suscribir el tratado formuló una declaración. Allí sostuvo que el artículo 18 “reconoce el derecho de las partes contratantes a realizar, por sus propios medios o en asociación con terceros, explosiones de dispositivos nucleares con fines pacíficos, inclusive explosiones que presupongan artefactos similares a los empleados en el armamento nuclear”. Una declaración similar efectuó Brasil al firmar el tratado (Carasales, 1997: 505-6).

Al mismo tiempo, en Ginebra, el Comité de Desarme de las Dieciocho Naciones estaba negociando el Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares (TNP). A pesar de los esfuerzos de la Argentina, no logró ser designada para integrar este comité (Carasales, 1987: 25). Un año más tarde, en julio de 1968, el TNP se abrió a la firma. Había sido aprobado por 95 votos a favor, 4 en contra y 21 abstenciones. En este último grupo se encontraba el voto de la Argentina, junto con los de Brasil, India, Israel, Pakistán y Sudáfrica, ente otros (IAEA, 1968: 11).<sup>33</sup> José María Ruda, el representante argentino ante Naciones Unidas, “cumpliendo instrucciones muy cuidadosamente preparadas por nuestra Cancillería” (Ruda, 1970: 75), expuso en mayo de 1968 el pensamiento argentino respecto del TNP.<sup>34</sup> Además de señalar que la Argentina respaldó todas las iniciativas sobre el tema en la Asamblea General, el argumento argentino para la abstención se fundamentó en dos consideraciones. La primera, que el TNP congelaba la situación existente, esto es, un panorama internacional con países nucleares y no nucleares. Esto significaba un riesgo a la seguridad de los miembros de la comunidad internacional. La segunda (y central) era la protección del avance tecnológico de los países en desarrollo. Ruda sostuvo ante la Asamblea General que para el gobierno argentino “tiene importancia fundamental que este Tratado pueda suponer en grado alguno, un escollo a nuestro desarrollo económico por una parte y, por la otra, que pueda constituir la base jurídica de una dependencia tecnológica que se ha venido acentuando cada vez más en los últimos tiempos”. Al respecto, cuando el TNP todavía era un proyecto, entre las objeciones señaladas a su texto por el representante argentino, se mencionaba el hecho de que limitaba las facultades de los Estados no nucleares en toda una línea de investigación relacionada con las explosiones pacíficas y propuso la inclusión de una fórmula similar a la contenida en el artículo 18 del Tratado de Tlatelolco (Ruda, 1970: 77).

Finalmente, también criticó el artículo 5 del TNP por considerarlo sumamente vago. De acuerdo con su texto, los países nucleares no asumían ningún compromiso concreto, en contraste con las concretas obligaciones que se imponían a los países

<sup>32</sup> Cuando los Estados Unidos firmó el Protocolo Adicional II, estableció que interpretaba que el tratado prohibía las explosiones nucleares pacíficas (Courtney, 1980: 257).

<sup>33</sup> El resto de los países que se abstuvieron son: Argelia, Birmania, Burundi, República Central Africana, Congo Brazzaville, Francia, Gabón, Guinea, Malawi, Malí, Mauritania, Nigeria, Portugal, Ruanda, Arabia Saudita, Sierra Leona, España y Uganda.

<sup>34</sup> Segunda parte del XXII Período de Sesiones de la Asamblea General.

no nucleares en los artículos 2 y 3. En cuanto a este último, las inspecciones sobre usos pacíficos de la energía nuclear solamente se aplicaban a los estados no poseedores de armas nucleares. En cuanto al artículo 6, lo calificó como “una mera declaración de buenos deseos”. Ruda pronunció una frase que adquirió cierta popularidad: “Este Tratado significa paradójicamente el desarme de los desarmados” (Ruda, 1970: 79). Desde entonces, la Argentina y Brasil repitieron una y otra vez que el TNP les resultaba inaceptable por su carácter discriminatorio y por violar la igualdad legal de los Estados.

Resultaba claro que el TNP, mientras que no planteaba conflictos a países como México, que no habían logrado un desarrollo apreciable en el terreno nuclear, al mismo tiempo representaba un verdadero conflicto para aquellos pocos países que poseían una industria nuclear relativamente avanzada y que no eran parte de ninguna alianza militar (Carasales, 1987: 49). A este grupo pertenecían países como la Argentina, Brasil o la India, que habían creído y abrazado durante la década de 1950 el discurso de las potencias industriales respecto de las promesas y las potencialidades de la energía nuclear. Ahora, cuando los sacrificios parecían próximos a rendir sus frutos, el TNP exigía a estos países los mayores renunciamentos.

El presidente de la CNEA, que había sido electo para el año 1968 como presidente del Consejo de Gobernadores de IAEA (IAEA, 1967: 10), pensó que una posición de rechazo al TNP significaría un paso peligroso para el programa nuclear argentino. Quihillalt se reunió entonces con Onganía y el ministro de Relaciones Exteriores, Nicanor Costa Méndez, para convencerlos de que la Argentina adhiriera al TNP, aunque sin consecuencias. A comienzos de 1968, Costa Méndez había viajado a Brasil para discutir una estrategia conjunta frente a la entonces inminente conferencia de Naciones Unidas en la que se discutiría el TNP (Hymans, 2001).

En 1969, como mecanismo necesario para asegurar el cumplimiento del Tratado de Tlatelolco, se creó la Organización para la Prohibición de Armas Nucleares en América latina (OPANAL) (Redick, 1975: 416). A semejanza de lo que hicieron algunos países desarrollados al suscribir el TNP, la Argentina resolvió negociar con la IAEA el acuerdo de salvaguardias antes de ratificar el Tratado de Tlatelolco. Esta negociación finalmente fracasó debido a que la IAEA proponía un acuerdo que intentaba incorporar las disposiciones del TNP. De acuerdo con la posición argentina, dado que el TNP era anterior y distinto al Tratado de Tlatelolco,<sup>35</sup> no podría imponerse a éste el sistema de salvaguardias derivado del TNP (Gugliamelli, 1978: 10). Nuevamente el punto conflictivo era la posibilidad de realizar explosiones pacíficas, prohibidas por el TNP, aunque para la Argentina autorizadas por el Tratado de Tlatelolco. La Argentina dejaría por muchos años sin ratificar este último tratado.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> El TNP fue firmado en julio de 1968, pero su vigencia data de marzo de 1970.

<sup>36</sup> El Tratado de Tlatelolco sería ratificado por la Argentina el 5 de agosto de 1992. El TNP lo firmaría recién el 23 de diciembre de 1994.

Al asumir esta posición ante los foros internacionales, la Argentina, que para este momento ya se encontraba embarcada en la construcción de la primera central de potencia, debió enfrentar un serio interrogante: ¿hasta qué punto el no haber firmado el TNP influiría sobre la decisión de las potencias en materia de asistencia técnica? (Garasino, 1970: 72-4).

## 5. Balance a comienzos de los setenta

La Cuarta Conferencia Internacional sobre los Usos Pacíficos de la Energía Atómica realizada en Ginebra en 1971 permite hacer un balance de la situación alcanzada entonces por la Argentina en el terreno nuclear y compararla con la de otros países de América latina. En el año 1970, el número de reactores de investigación en el mundo era de 366, de los cuales 132 se encontraban en Europa occidental, 38 en Europa oriental, 139 en los Estados Unidos, 33 en otros países desarrollados y 14 en el resto del mundo. De este último grupo, 10 se encontraban en América latina (incluyendo a Puerto Rico), 4 de ellos en la Argentina y 3 en Brasil (Velez, 1972: 186-8). Todos los reactores de investigación argentinos operaban con uranio enriquecido obtenido de los Estados Unidos (Redick, 1972: 11).

El interés de los países desarrollados por proveer plantas nucleares de potencia pequeñas (200-500 MW) a los países en desarrollo fue acompañado en América latina por el resurgimiento del interés por los reactores de investigación (*Nuclear Industry*, 1971: 15; Velez, 1972: 187). Para 1970, la CNEA se encontraba participando activamente en ambos terrenos.

55

La emigración de científicos argentinos, iniciada en la década de 1950, ya era considerada como un mal crónico. Para contrarrestar esta permanente erosión, la CNEA había aprendido que la construcción y desarrollo de proyectos que involucraban el uso de reactores de investigación podía ser un remedio eficaz: “[...] la decisión de construir el RA-1 significó en su momento la interrupción de una corriente de inmigración de personal. Si bien esta situación volvió a manifestarse posteriormente, el problema prácticamente desapareció una vez decidida la construcción del RA-3, no habiéndose replanteado hasta el presente” (Cosentino, 1972: 292). Sin embargo, los acontecimientos políticos que se suscitaron en el país a partir de mayo de 1973 derivaron en un éxodo de científicos y técnicos de la CNEA.

En cuanto a las consideraciones del panorama energético, la capacidad total instalada de potencia eléctrica en la Argentina para 1969 era de 6.318 MW. Las proyecciones estimaban 13.836 MW para el año 1975 y 20.300 MW para 1980 (Kreuthmeier y Crow, 1971: 15). En este marco, el programa nuclear elaborado por la CNEA contemplaba la instalación de tres centrales, con una potencia total del orden de los 2.000 MW antes de 1980. Al año 1971, además de la construcción de la central de Atucha, de 320 MW, la segunda central nuclear de 600 MW se encontraba en proceso de licitación y la tercera, de 1.000 MW, estaba programada para 1979. Finalmente, en la primera mitad de la década de 1980 se consideraba necesaria la instalación de 1.000 MW de origen nuclear cada dos años (Alegría et al., 1972b: 662).

Estas cifras muestran que las expectativas de producción de energía eléctrica a partir de energía nuclear del programa argentino se encontraban más o menos en concordancia con las de Brasil y México, los otros dos países con expectativas de desarrollo nuclear de la región. En 1971, Brasil proyectaba la entrada en operación, para 1976, de su primera central nuclear de alrededor de 500 MW. A esta se agregarían otras dos con el objeto de llegar a 1980 con una potencia total de 1.500 MW. Este país estimaba que tendría una capacidad nuclear de 13.000 MW para 1990, de acuerdo con el director de la Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Almirante Otacilo Cunna, y de 35.000 MW para fines del siglo XX (Velez, 1972: 192). Como principales objetivos, el acuerdo de 1975 entre Brasil y la República Federal Alemana preveía dos reactores para 1985 de 1.250 MW, con opción para otros seis para 1990 (Luddemann, 1983: 389-90). En cuanto a México, para 1971, programaba la construcción de una planta de 500 MW y la posterior construcción de otras dos unidades de 654 MW cada una (Stevís y Mumme, 1991: 61).<sup>37</sup>

Si bien durante la primera etapa del programa nuclear de los países en desarrollo la cooperación resultó relativamente fácil de obtener, y aún comprendiendo los límites impuestos por razones comerciales y por la defensa de los intereses económicos de los países desarrollados, los representantes de la CNEA en Ginebra se quejaron de que la cooperación “se endurece en forma coincidente con la iniciación de la industrialización” (Alegría et al., 1972b: 664).

56

Las autoridades de la CNEA asumieron que el panorama histórico de su actividad de formación de científicos y técnicos era uno de los aspectos más positivos que podía exponer ante la comunidad internacional en Ginebra (Libanati y Baro, 1971). Para entonces, el Instituto Balseiro se había convertido en el principal centro de formación de físicos en el área nuclear y era uno de los institutos más prestigiosos en América latina.<sup>38</sup> Los trabajos de investigación de la CNEA se desarrollaron durante este período principalmente en disciplinas afines a la electrónica, la metalurgia y la física del sólido. Para 1971, se habían otorgado para sus laboratorios 74 becas doctorales en física y en química y se encontraban en curso otras 34.<sup>39</sup> Dentro de la actividad de entrenamiento y difusión de las técnicas nucleares, dos importantes factores fueron la capacitación y la transferencia de profesionales a la actividad universitaria. La difusión del área de radioisótopos en facultades de medicina, farmacia, bioquímica, agronomía y veterinaria fue un componente importante de este proceso de incorporación de una “cultura nuclear” al ámbito académico (Libanati y Baro, 1971: 512-7). Para ese momento, el 80% de los radioisótopos requeridos por el mercado local eran producidos en el país. Existían entonces más de 470 centros utilizando radioisótopos (IAEA, 1972: 4).

<sup>37</sup> Para 1980, el Programa Nucleoeléctrico Nacional mexicano contempló el ambicioso objetivo de contar con 30 plantas nucleares con un total de 20.000 MW para fin del siglo XX (Stevís y Mumme, 1991: 61, 66).

<sup>38</sup> Para 1971, se habían finalizado un total de 52 becas doctorales (Libanati y Baro, 1971: 514).

<sup>39</sup> De las 74 tesis finalizadas, 38 pertenecían a tesis de la Universidad de Buenos Aires, 6 a la Universidad Nacional de La Plata, 26 a la Universidad Nacional de Cuyo, 2 a la Universidad Nacional de Tucumán y 2 a la Universidad Nacional de Córdoba.

A cargo de la Gerencia de Tecnología desde 1960, Sábato organizó a partir de ese mismo año el Curso Panamericano sobre Metalurgia Nuclear.<sup>40</sup> Desde entonces, este curso se repitió con cierta regularidad con un total de 139 participantes entre 1962 y 1971, de los cuales 79 fueron extranjeros (Libanati y Baro, 1971: 516-7). Desde 1968, la CNEA se encargó también de la formación de un plantel especial para la central de potencia de Atucha.

## 6. Autonomía y presiones internacionales

A comienzos de los años setenta ya era evidente que el desarrollo científico y tecnológico argentino padecía un mal crónico que tenía como causa principal las crisis económicas y los golpes de estado recurrentes. Un levantamiento de trabajadores y estudiantes producido en Córdoba en mayo de 1969 (conocido como "Cordobazo") había empujado, en junio de 1970, a la cúpula militar a destituir a Onganía y a designar para ocupar la presidencia al general Roberto Levingston.

El agravamiento de los conflictos sociales motivó, sin embargo, la expulsión de Levingston en marzo de 1971 y su reemplazo por el general Alejandro Lanusse (Rouquié, 1982: 286-92). Para Sábato, "[...] la crisis argentina no es un estado patológico, anormal, transitorio; la crisis es el estado normal de la Argentina, lo ha sido durante los últimos 40 años y lo más probable es que lo siga siendo por muchos años más". Hay que aprender, argumentaba Sábato, a trabajar en estas condiciones (Sábato, 1972: 12). En este sentido, si bien la inestabilidad económica fue una fuente permanente de erosión a través de recortes presupuestarios, congelamiento de salarios y retrasos en las decisiones, la centralización del programa nuclear en una única institución y el relativo aislamiento que la mantuvo parcialmente al margen de las consecuencias de los sucesivos golpes militares fueron factores decisivos para la continuidad del programa nuclear y la concreción de muchos de los objetivos de la CNEA (Redick, 1972: 12). Este lugar político e institucional peculiar de la CNEA -por lo menos en comparación con las universidades públicas- tal vez pueda explicarse por la ideología industrialista dominante entre su personal profesional y por el acento puesto por sus principales actores en la independencia tecnológica, ambas posiciones afines tanto a los gobiernos civiles como militares durante los años sesenta y setenta (Sarlo, 2001: 74), y también por el hecho de que la CNEA estuvo presidida desde 1952 (y lo estaría hasta 1983) por un miembro de la Marina.

57

En 1967, mientras se llevaban a cabo las negociaciones por la central Atucha I, la CNEA había iniciado el estudio de factibilidad de una segunda central del doble de potencia que Atucha I, destinada a proveer electricidad a la región central del país. A inicios de 1971, Levingston aprobó estos planes y, al poco tiempo, Lanusse anunció oficialmente que la segunda central de potencia, a un costo aproximado de 150 millones de dólares, sería construida en Río Tercero, provincia de Córdoba (Nuclear News, 1971: 60).

<sup>40</sup> La duración del curso era de dos cuatrimestres y contaba con el apoyo de la Comisión Interamericana de Energía Nuclear, dependiente de OEAY IAEA(IAEA, 1961: 42).

De acuerdo con Solingen (1996: 43), en 1972, durante el proceso de negociación por la segunda central de potencia, Lanusse y el Ejército respaldaron la oferta de un reactor de uranio enriquecido de la firma norteamericana Westinghouse. Sin embargo, a diferencia de lo que había ocurrido con Atucha I, la discusión acerca del tipo de reactor que debía adquirirse para la central de Río Tercero fue objeto de una acalorada discusión pública en la que intervinieron desde las universidades hasta los periódicos y la televisión (Poneman, 1982: 75). Como parte de este debate, la Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica (APCNEA) manifestó las razones que la inclinaban a favor de la línea de reactores de uranio natural. Entre otras razones, mencionaba que las centrales que emplean este tipo de combustible, a igualdad de potencia generada, producen el doble de plutonio que las de uranio enriquecido. Pero a diferencia de lo que insinúan autores como Poneman o Spector, el interés por la producción de plutonio, por lo menos durante el período tratado, no estaba relacionado con la producción de explosivos nucleares. En palabras de la APCNEA: “en la actual generación de reactores -denominados térmicos- el plutonio puede adicionarse al combustible de uranio utilizado disminuyendo de esta manera los requerimientos del mineral”. Además, el plutonio “debe ser considerado como el combustible del futuro”. Finalmente, la adopción de reactores que emplean uranio enriquecido “implica, por un lapso indefinido la dependencia estrecha de un único proveedor [Estados Unidos], lo cual afecta directamente el control del servicio eléctrico, situación generadora de presiones políticas y económicas” (APCNEA, 1972: 40-41).

58

En abril de 1972 se difundió que la Atomic Energy of Canada Ltd. (AECL), “perseverando a través de una década de decepciones y frustraciones”, había logrado vender a otro país un reactor de agua pesada (PHWR). La CNEA era la compradora.<sup>41</sup> Se trataba de la adquisición de un reactor modelo CANDU (CANadian Deuterium Uranium), también en la línea del uranio natural, de 600 MW. En los últimos estadios de las negociaciones, AECL había logrado imponerse a las ofertas de la empresa alemana Kraftwerk Union y la norteamericana Westinghouse (Nuclear Industry, 1973b: 49). Ese mismo año se extrajo del reactor MZFR del Centro de Investigaciones Atómicas de Karlsruhe (Alemania) el primer elemento combustible de potencia manufacturado en la Argentina por la División de Metalurgia de la CNEA, en colaboración con la empresa SIAM electromecánica. “Se hizo así no porque SIAM tuviera experiencia en metalurgia nuclear (en realidad no tenía ninguna) sino para comenzar a interesar a la industria argentina en lo que va a ser -en pocos años- un gran negocio”. Atucha consumiría más de 2,5 millones de dólares por año de combustible durante sus próximas tres décadas de vida útil. (Sábato, 1972: 8).

En marzo de 1973, el peronismo ganó las elecciones y Quihillalt fue reemplazado por Iraolagoitia. Después de casi dos décadas al frente de la CNEA, Quihillalt se marchó a Irán contratado por el gobierno del Shah Reza Pahlevi para trabajar como asesor

<sup>41</sup> Inicialmente, las expectativas comerciales de Canadá no tenían en cuenta a la Argentina, sino que estaban puestas sobre Brasil, Chile y México. Brasil aparecía a los ojos de Canadá como el mercado más promisorio de la región (*Nuclear Engineering International*, 1970: 636).

del programa nuclear iraní (Clarity, 1974: 2).<sup>42</sup> Perón volvió a la Argentina luego de un exilio de 18 años y murió a fines de 1974. La polarización social creciente puso en el primer plano de la escena política argentina a grupos parapoliciales de derecha y a grupos guerrilleros que agregaron nuevos elementos de incertidumbre al desarrollo nuclear. Durante estos días circularon versiones, que trascendieron al escenario internacional, acerca de un ataque terrorista a la Central de Atucha que se habría producido el 25 de marzo de 1973 (Nuclear Industry, 1973c: 49). Este panorama, sumado a la estipulación canadiense de aplicar a la tecnología transferida los estándares de la IAEA, presagiaba que las negociaciones por la segunda central iban a ser complicadas.

El valor total del contrato por la segunda central fue del orden de los 220 millones de dólares. Ante la insistencia de la CNEA sobre la participación de empresas locales, AECL se comprometió a asegurar la participación de un 50% de firmas argentinas. Fiel a la política que la CNEA había iniciado en 1957, una condición adicional fue que AECL debería hacer que su tecnología nuclear, incluyendo la tecnología de los elementos combustibles, fuera transferida a la CNEA, que esperaba ser capaz de fabricar el 100% de las recargas de combustible (Nuclear Industry, 1973b: 49-50). En noviembre de 1973 ya resultaba evidente que las negociaciones iban a ser lentas y la relación argentino-canadiense iba a resultar problemática.<sup>43</sup>

Finalmente, el reactor Atucha I, luego de varios retrasos en el calendario,<sup>44</sup> entró en operación en 1974. Empleaba uranio argentino y el agua pesada era provista por los Estados Unidos a condición de que la planta cumpliera con las condiciones de seguridad establecidas por la IAEA. El balance final era que Atucha I contó con un 42% de participación de la industria local.<sup>45</sup> Hasta comienzos de 1980, esta sería la única central de potencia en operación de América latina.

La explosión nuclear realizada por la India en mayo de 1974 provocó, sin embargo, la inmediata reacción de las potencias nucleares. El hecho de que poco antes de este acontecimiento se anunciara un acuerdo entre la India y la Argentina para el uso pacífico de la energía nuclear enfocó la atención sobre la Argentina. De acuerdo a un analista de la época, el programa nuclear argentino mostraba una “ semejanza perturbadora ” con el de la India: ambos países contaban con excelentes cuadros de especialistas; ambos se decidieron por la línea de reactores de uranio natural, la cual presenta, se decía, ventajas militares; finalmente, a juicio del analista, ambos habían acumulado la cantidad necesaria de experiencia como para no depender de la tecnología extranjera. Y concluye: “ es difícil escapar a la conclusión de que cada

<sup>42</sup> El ingeniero Humberto Ciancaglini había trabajado en área nuclear en Irán durante la segunda mitad de la década de 1960.

<sup>43</sup> A pesar de los anuncios, AECL no esperaba firmar el contrato antes de que terminara el año (*Nuclear Industry*, 1973d: 68).

<sup>44</sup> A mediados de 1972, Quihillalt hizo público que Atucha comenzaría a operar en febrero de 1973 (*Energy International*, 1972: 55). A comienzos de ese año, el plazo se trasladó a mayo (*Nuclear Industry*, 1973a: 36).

<sup>45</sup> El costo adicional fue estimado en sólo el 3,25 % (Martínez Vidal, 1994: 183). El porcentaje de participación alcanzaría el 58% para la central de potencia de Embalse (Adler, 1988: 74).

paso del programa nuclear argentino parece haber sido diseñado para poder pasar rápidamente al desarrollo de armas” (Redick, 1975: 419-20). Estas afirmaciones fueron enfáticamente desmentidas por los portavoces del programa nuclear argentino. Los países centrales, “so pretexto de impedir la proliferación de armas nucleares, tratan de impedir a toda costa que los países en desarrollo alcancen el pleno dominio de las técnicas de reprocesamiento y de enriquecimiento” (Sábato y Frydman, 1976: 61).

Las presiones políticas y las restricciones resultantes se reflejaron de forma inmediata en la exigencia de Canadá de cargar sobre su comprador nuevos costos de aplicación de normas adicionales de seguridad. Para el programa nuclear argentino estas exigencias se sumaban a un panorama económico inflacionario y a la insistencia de la AECL de protegerse a sí misma contra las pérdidas adicionales de trabajar en la Argentina (Luddemann, 1983: 381). Como sostuvo Mario Bâncora, al frente de la División de Reactores de la CNEA: “la única consecuencia que trajo para nosotros la bomba de la India fue complicar terriblemente nuestras vidas” (Novitski, 1974: A20).

El bloqueo resultante de “tecnologías sensitivas”<sup>46</sup> y la consecuente necesidad de asegurar la provisión de elementos combustibles para la Central Nuclear de Embalse en construcción y de uranio enriquecido para los reactores de investigación y producción de radioisótopos empujarían en los siguientes años a la CNEA a desarrollar una estrategia de máxima autonomía, centrando su programa en la concreción del ciclo de combustible. Esta nueva etapa iba a tener lugar durante el oscuro período que se inicia con el nuevo golpe de estado de marzo de 1976, cuando el nuevo presidente de la CNEA, el Capitán de Navío Carlos Castro Madero, anunció que el monto de inversiones en el área nuclear entre 1976 y 1985 sería del orden de 5.500 millones de dólares (Castro Madero, 1976: 10).

60

<sup>46</sup> Sobre las presiones externas, puede verse, por ejemplo, Guglielmelli (1976).

## Abreviaturas

AECL: Atomic Energy of Canada Limited.  
APCNEA: Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica.  
CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica.  
COPREDAL: Comité Preparatorio para la Desnuclearización de la América Latina.  
DNEA: Dirección Nacional de Energía Atómica.  
IAEA: International Atomic Energy Agency.  
PHWR: Pressurized Heavy Water Reactor.  
SATI: Servicio de Asistencia Técnica a la Industria.  
TNP: Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares.

## Bibliografía

ADLER, E. (1988): "State Institutions, Ideology, and Autonomous Technological Development," *Latin American Research Review* 3, pp. 59-90.

ALEGRÍA, J. L., CSIK, B. J., NASIJLETI, E. V., PAPADÓPULOS, C. C. y QUIHILLALT, O. A. (1964): "La contribución de la energía nuclear a la solución del problema energético argentino", *Informe N° 115*, Buenos Aires, CNEA. Reimpreso en *Peaceful Uses of Atomic Energy: Proceedings of the Third International Conference*, vol. 1, New York, United Nations, 1965.

61

ALEGRÍA, J. L., COLL, J. A. y SUTER, T. (1972a): "Una breve reseña histórica de la CNEA", Buenos Aires, mimeo. CNEA-P.

ALEGRÍA, J. L., COLL, J. A. y QUIHILLALT, O. A. (1972b): "El efecto de la cooperación internacional en el plan nuclear argentino", en *Peaceful Uses of Atomic Energy: Proceedings of the Fourth International Conference*, vol. 1, New York, United Nations, pp. 661-65.

ALONSO, M. (1985): "The Impact in Latin America", en , J. Pilat, R. Pendley y Ch. Ebinger (eds.): *Atoms for Peace: An Analysis After Thirty Years*, Boulder y Londres, Westview Press, pp. 83-90.

APCNEA (1972): "La política nuclear argentina", *Ciencia Nueva*, año 3, num. 19, pp. 40-43.

CABRAL, R. (1985): "The Peron-Richter Fusion Program, 1948-1953", *XVIIIth International Congress for the History of Science*, University of California, 1-8 August.

CARASALES, J. (1997): "Las explosiones nucleares pacíficas y la actitud argentina", *Boletín del Centro Naval*, vol. 115, num. 787, pp. 485-512.

\_\_\_\_\_, J. (1987): *El desarme de los desarmados. Argentina y el Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares*, Buenos Aires, Editorial Pleamar.

CASTRO MADERO, C. (1976): "Comisión Nacional de Energía Atómica. Sus planes", *Industria y Química*, N° 238. pp. 10-12.

CHILD, J. (1979): "Geopolitical Thinking in Latin America", *Latin American Research Review*, vol. 14, num. 2, pp. 89-111.

CLARITY, J. (1974): "Iran Negotiates for Nuclear Energy Aid", *The New York Times*, May 27. p.2.

CNEA (s.f.): *Feasibility Study: Nuclear Power Plant for Greater Buenos Aires-Litoral Area: Summary*, Buenos Aires, CNEA.

CNEA (1970): *Memoria Anual*.

COSENTINO, J. O. (1972): "Papel de los reactores de investigación en el programa nuclear argentino", en *Peaceful Uses of Atomic Energy: Proceedings of the Fourth National Conference*, vol. 6, New York, United Nations, pp. 291-98.

COURTNEY, W., "Nuclear Choices for Friendly Rivals", en *Nonproliferation and US Foreign Policy*, Yager (ed.), Washington D.C., The Brookings Institution, 1980, p. 241-79.

EKLUND, S. (1964): "Some Topical Atomic Power Questions", *International Atomic Energy Agency Bulletin*, vol. 6, num. 3, pp. 7-16.

ENERGY INTERNATIONAL (1972): "Nuclear Plans in Latin America", vol. 9, num. 6: 55.

FREMMAN, A. (1960): "The Development of International Co-operation in the Peaceful Use of Atomic Energy", *American Journal of International Law*, vol. 54, num. 2, pp. 383-92.

GARASINO, L. (1970): "El Tratado de No Proliferación Nuclear. Realidad Presente e Interrogantes", *Estrategia*, num. 9, pp. 65-74.

GARCÍA, M. y REISING, A. (2002): "La consolidación del Centro Atómico Bariloche: una aproximación desde el desarrollo de la física experimental", *Saber y Tiempo*, vol. 4., num. 14, pp. 33-55.

GAVIOLA, E. (1955): "El caso Richter", *Esto Es*, num. 96, pp. 26-29.

GUGLIALMELLI, J. (1978): "Argentina ratifica el tratado de Tlatelolco, mientras las superpotencias condicionan su adhesión al segundo protocolo adicional", *Estrategia*, num. 52/53: pp. 5-29.

\_\_\_\_\_, J. (1976): "Argentina. Plan nuclear y presiones externas", *Estrategia*, num. 42: pp. 5-19.

HEWLETT, R. y HOLL, J. (1989): *Atoms for Peace and War, 1953-1961*, Berkeley, University of California Press.

HURTADO DE MENDOZA, D. (2004): "Autonomy, even regional hegemony: the hard way toward the first research reactor (1945-1958)". Aceptado para su publicación en *Science in Context*.

HYMANS, J. (2001): "Of Gauchos and Gringos: Why Argentina Never Wanted the Bomb, and Why America Thought It Did", *Security Studies*, vol. 10, num. 3, pp. 153-85.

IAEA (1972): "Development of Nuclear Energy in the Republic of Argentina", *International Atomic Energy Agency Bulletin*, vol. 14, num. 6, pp. 2-9.

\_\_\_\_ (1969a): "Radiation and the Green Revolution", *International Atomic Energy Agency Bulletin*, vol. 11, num. 5, pp. 16-19.

\_\_\_\_ (1969b): "Nuclear Power to Aid Development", *International Atomic Energy Agency Bulletin*, vol. 11, num. 6, pp. 26-31.

\_\_\_\_ (1968): "How the UN Approved the NPT", *International Atomic Energy Agency Bulletin*, vol. 10, num. 4, pp. 9-17.

63

\_\_\_\_ (1967): "The New Board of Governors", *International Atomic Energy Agency Bulletin*, vol. 9, num. 6, pp. 9-10.

\_\_\_\_ (1962a): "Another Survey in Latin America", *International Atomic Energy Agency Bulletin*, vol. 4, num. 2, pp. 15-19.

\_\_\_\_ (1962b): "Assistance to Life Science Studies in Argentina", *International Atomic Energy Agency Bulletin*, vol. 4, num. 3, pp. 8-9.

\_\_\_\_ (1961): "Atomic Assistance in 1961", *International Atomic Energy Agency Bulletin*, vol. 3, num. 2, pp. 16-18.

KREUTHMEIER, J. y CROW, R. (1971): "What Nuclear Power Has to Offer Developing Countries", *Energy International*, vol. 8, num. 9, pp. 14-17.

LANGER, E. (1966): "Argentina: Seizure of the University Leaves Intellectual Casualties", *Sciences*, vol. 153, num. 3742, pp. 1362-64.

LIBANATI, N. de y BARO, G. (1972): "Estudios de posgraduación y capacitación profesional en el ámbito de la Comisión Nacional de Energía Atómica Argentina", en

*Peaceful Uses of Atomic Energy: Proceedings of the Fourth National Conference*, vol. 12, New York, United Nations, pp. 513-28.

LÓPEZ DÁVALOS, A. y BADINO, N. (2000): *J. A. Balseiro: crónica de una ilusión. Una historia de la física en la Argentina*, México-Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.

LUDDMANN, M. (1983): "Nuclear Power in Latin America: An Overview of Its Present Status", *Journal of Interamerican Studies and World Affairs*, vol. 25, num. 3, pp. 377-415.

MARISCOTTI, M. (1990): "The Bizarre Origins in Atomic Energy in Argentina", in R. Cabral (ed.), *The Nuclear Technology Debate in Latin America*, Suecia, University of Gothenburg, pp. 3-15.

\_\_\_\_\_, M. (1985): *El secreto atómico de Huemul. Crónica del origen de la energía atómica en la Argentina*, Buenos Aires, Sudamericana-Planeta.

MARTÍNEZ VIDAL, C. (1994): "Jorge Alberto Sábato: una vida", en *Repensando la política tecnológica. Homenaje a Jorge A. Sábato*, Ciapuscio, H. (comp.), Buenos Aires, Nueva Visión, pp. 79-102.

MEDING, H. (1999): *La ruta de los nazis en tiempos de Perón*, Buenos Aires, Emecé Editores.

NOVITSKI, J. (1974), "Argentina: Nuclear Power", *Washington Post*, December 12, p. A20.

NUCLEAR INDUSTRY (1973a): "International News Notes", *Nuclear Industry*, vol. 20, num. 1, p. 36.

\_\_\_\_\_ (1973b): "AECL, After Decade of Frustrations, Sells PHWR to Argentina", *Nuclear Industry*, vol. 20, num. 4, pp. 49-50.

\_\_\_\_\_ (1973c), "Attack at Atucha Station", *Nuclear Industry*, vol. 20, num. 4, pp. 49-50.

\_\_\_\_\_ (1973d): "International News Notes", *Nuclear Industry*, vol. 20, num. 11, p. 68.

\_\_\_\_\_ (1971): "Small Units for Underdeveloped Areas", *Nuclear Industry*, vol. 18, num. 9, p. 15.

NUCLEAR NEWS (1971): "Second Plant Planned", *Nuclear News*, vol. 14, p. 60.

ORNSTEIN, R. (1970): "La desnuclearización de América Latina", *Estrategia*, num. 9, pp. 81-92.

PÉREZ FERREIRA, E. (1968): "El proyecto 'IALE' de la CNEA", *Acta científica*, vol. 1, num. 4, pp. 49-50.

PONEMAN, D. (1982): "Argentina", in Poneman, D. (ed.), *Nuclear Power in the Developing World*, London, George Allen & Unwin.

PRIMERA PLANA (1967): "Un sabio atómico", *Primera Plana*, num. 240, pp. 36-39.

QUIHILLALT, O. (1969): "La central nuclear en Atucha", *Ciencia e Investigación*, vol. 25, num. 10, pp. 435-46.

RADICELLA, R. (2002): "Los veinte radioisótopos descubiertos en la Argentina", *La revista de la Comisión Nacional de Energía Atómica*, año 2, num. 5/6, pp. 21-25.

RAPOPORT, H. (1985): "Una reseña de los reactores de investigación y su utilización en la República Argentina". *Trabajo presentado al Encuentro del décimo aniversario de la sección latinoamericana de la American Nuclear Society*, Río de Janeiro, Brasil, Agosto.

REDICK, J. (1975): "Regional Nuclear Arms Control in Latin America", *International Organization*, vol. 29, num. 2, pp. 415-45.

\_\_\_\_\_, J. (1972): *Military Potential of Latin American Nuclear Energy Programs*, London, Sage Publications.

ROUQUIÉ, A. (1982): *Poder militar y sociedad política en la Argentina, 1943-1973.II*, Buenos Aires, Emecé Editores.

RUDA, J. M. (1970): "La posición argentina en cuanto al Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares", *Estrategia*, num. 9, pp. 75-80.

SÁBATO, J. (1973): "Atomic Energy in Argentina: a Case Study", *World Development*, vol. 1, num. 8, pp. 23-38.

\_\_\_\_\_, J. (1972): "Quince años de metalurgia en la Comisión Nacional de Energía Atómica", *Ciencia Nueva*, año III, núm. 15, pp. 7-15.

\_\_\_\_\_, J. (1970): "Para el prontuario del Plan Nuclear Argentino", *Ciencia Nueva*, año I, núm. 1, pp. 32-46.

\_\_\_\_\_, J. (1962): "La formación de especialistas en metalurgia en la Argentina," *Ciencia Interamericana* vol. 3, num. 1, pp. 8-11.

SÁBATO, J. y FRYDMAN, R. (1976): "La energía nuclear en América Latina", *Estrategia*, num. 42, pp. 54-62.

SARLO, B. (2001): *La batalla de las ideas (1943-1973)*, Buenos Aires, Ariel.

SOLINGEN, E. (1996): *Industrial Policy, Technology, and International Bargaining*, California, Stanford University Press.

SPECTOR, L. (1984): *Nuclear Proliferation Today*, New York, Vintage Books.

STEVIS, D. y MUMME, S. P. (1991): "Nuclear Power, Technological Autonomy, and the State in Mexico", *Latin America Research Review*, vol. 26, num. 3, pp. 55-82.

TELLEZ, T. (1966): "The Crisis of Argentine Science", *Bulletin of Atomic Scientist*, vol. 22, pp. 32-34.

VELEZ, C. (1972): "Reactores nucleares en la América Latina", en *Peaceful Uses of Atomic Energy: Proceedings of the Fourth National Conference*, vol. 1, New York, United Nations, pp. 184-94.

WESTERKAMP, J. (1975): *Evolución de las ciencias en la República Argentina, 1923-1972. Tomo II: Física*, Buenos Aires, Sociedad Científica Argentina.

WORTMAN, O. (1995): "Investigación científica, desarrollo tecnológico: extensión y servicios", en *Análisis de Instituciones Científicas y Tecnológicas*, Buenos Aires, Centro de Estudios Avanzados, pp. 29-41.

DOSSIER *C/S*



El análisis de las vinculaciones entre la producción de conocimiento científico y tecnológico y la atención de problemáticas sociales constituye una actividad creciente en el ámbito de la definición de políticas públicas abocadas al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Nuevos interrogantes que orientan las acciones de analistas y funcionarios en el campo de la ciencia, se originan en la preocupación por el papel que ha tenido y tiene el conocimiento científico y tecnológico en el desarrollo social y humano. ¿Cuál es la utilidad social de la ciencia y de sus logros? ¿Es factible determinar la incidencia de la producción y difusión de nuevo conocimiento en los procesos sociales y culturales? ¿La ciencia y la tecnología están atendiendo las necesidades más urgentes de la sociedad? La respuesta a estos interrogantes no admite simplificaciones. La problemática aludida es compleja en su conformación, los factores que intervienen son múltiples y de causalidad no auto evidente.

69

La sociedad contemporánea enfrenta de este modo una serie de desafíos para dar respuestas apropiadas a las necesidades de bienestar social. Uno de los desafíos más importantes se formula en términos de ecología y plantea cómo lograr, a la par del llamado desarrollo sustentable, la transformación del conocimiento en riqueza. ¿Es posible establecer patrones de producción y de consumo que atiendan las demandas de una población mundial en crecimiento, preservando la calidad de vida y el equilibrio del medio ambiente?

¿Cómo transformar conocimiento en valor económico y social o, dicho en la jerga de nuestro tiempo, cómo agregar valor al conocimiento? Responder a esa pregunta implica aceptar el desafío tecnológico, una tarea propia de las llamadas economías o sociedades del conocimiento. En estos contextos lo esencial es, mucho más allá de la capacidad de producción y reproducción industriales, la capacidad de generar conocimiento tecnológico y, a través del mismo, innovar constantemente para un mercado ávido de novedades y ansioso por las exigencias del consumo. En una economía típicamente industrial, la lógica de producción consistía en multiplicar el mismo producto, masificándolo para un número cada vez mayor de consumidores. Es común decir que en la sociedad del conocimiento dicha lógica de producción tiene un signo invertido: multiplicar cada vez más un producto, en un proceso de diferenciación constante, para el mismo segmento o el mismo número de consumidores. De allí, entre otras cosas, la importancia para dicho mercado de la investigación y la innovación tecnológicas.

De ser verdad este cambio de signo, la lógica de la producción del mundo contemporáneo sería no solamente inversa, sino también perversa, dado que resultaría en un proceso sistemático de exclusión social, tanto por el lado de la participación en la riqueza producida, dada su concentración -inevitable para unos e insoportable para muchos- como por el acceso a los bienes, servicios y facilidades por ella generados, es decir, el acceso al consumo de productos derivados del conocimiento tecnológico y la innovación.

De esta forma, a los desafíos enunciados al principio es preciso agregar otro, tan urgente en cuanto a su necesidad como los anteriores: en el afán del utilitarismo práctico por convertir todo en valor económico -tal y como el Rey Midas que en la leyenda transformaba todo en oro con sólo tocarlo- no se deberían perder de vista los fundamentos éticos, estéticos y sociales sobre los cuales se asienta la propia posibilidad del conocimiento y de sus avances. Dividir la riqueza, fruto del conocimiento, y socializar el acceso a sus beneficios, frutos de la tecnología y de la innovación es, pues, el tercer gran desafío que enfrenta la sociedad contemporánea.

La postulación de un “nuevo contrato” entre ciencia y sociedad, idea que inspira los más recientes enfoques aplicados a las políticas científicas y tecnológicas, vuelve explícitos los nuevos valores que animan la producción y transferencia del conocimiento en el mundo contemporáneo. Pero llevar a cabo las acciones que de aquí se derivan requiere profundizar la comprensión de los modos en que el conocimiento opera en las transformaciones sociales, económicas y ambientales que caracterizan al mundo actual, y de su incidencia en la calidad de vida de las poblaciones.

70

El análisis del impacto social de la ciencia y la tecnología se ha constituido en los últimos tiempos en una metodología afín a este propósito de comprensión. Es uno de los recursos más recientes en materia de evaluación de la ciencia, que permite ampliar nuestra visión de la relación ciencia y sociedad, mientras opera como herramienta para acercar las políticas de ciencia y tecnología a las demandas de la sociedad y para captar los beneficios sociales de la actividad. Si bien este tipo de análisis se encuentra aún en una etapa de exploración metodológica, ya está siendo utilizado en experiencias de evaluación de la investigación y sus resultados. El análisis del impacto social procura abordar procesos que no son captados por otros procedimientos más desarrollados, como el análisis del impacto científico o del impacto económico. Siendo aún un desafío metodológico que debe sortear la complejidad de los procesos bajo estudio, concita la atención de expertos y políticos interesados en descifrar los efectos de la intervención del conocimiento científico y tecnológico en el cambio social.

En diversos países de la región iberoamericana se están llevando a cabo experiencias de análisis y medición del impacto social de la ciencia y la tecnología, algunas más cercanas a la acción de los organismos de evaluación de la investigación y otras que forman parte de proyectos de investigación en curso. En este Dossier se publican algunas experiencias en curso en cinco países iberoamericanos, presentadas en el marco del Taller “Estrategias metodológicas y

experiencias recientes de medición del impacto social de la ciencia y la tecnología”, organizado por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) en agosto del 2004, en San Pablo, Brasil.

Este encuentro formó parte de un programa de trabajo de la RICYT dirigido a generar propuestas metodológicas que conduzcan a la medición del impacto de la investigación científica y sus resultados en el bienestar y calidad de vida de las poblaciones.

Los trabajos que hemos seleccionado para el Dossier abordan el problema de cómo conceptualizar el impacto social en función de los problemas concretos de la sociedad, realizando para ello una contextualización histórica y política de la emergencia del análisis de impacto como instrumento de las nuevas políticas en ciencia y tecnología. Los autores han identificado dimensiones sociales del fenómeno de impacto referidas a las diferentes situaciones analizadas. En cuatro casos se trata de análisis de impacto social de las actividades de unidades productoras de investigación (proyectos y programas de I+D, instituciones científicas) planteando un recorrido metodológico que se inicia con el análisis del sector de ciencia y tecnología y los resultados de la I+D (sean éstos resultados efectivos o potenciales, como en el caso de evaluaciones ex-ante), y continúa con la reconstrucción de sus vinculaciones con el sector de los usuarios de conocimiento y los beneficiarios. El quinto caso presenta un repertorio de alternativas metodológicas que incluye el anterior recorrido, y además plantea otras posibilidades de medición que se inician con la indagación del sector de la demanda de conocimiento (relevando el uso potencial o efectivo de conocimiento por parte de instituciones sociales, o identificando experiencias sociales vinculadas al sector de ciencia y tecnología), reconstruyendo “hacia atrás” los eslabonamientos sociales del conocimiento.

71

Mientras que el análisis de las actividades de producción de conocimiento se realiza mediante procedimientos e indicadores estandarizados de insumos y productos, los encadenamientos sociales son indagados mediante la consulta a diversos actores, sean éstos los propios investigadores, expertos del campo de la evaluación de proyectos, usuarios de resultados de investigación o beneficiarios últimos. Esta consulta adquiere diversas formas según los casos. Cada experiencia presenta los instrumentos de medición desarrollados según los objetivos de diversos escenarios metodológicos: investigaciones orientadas a la definición de políticas específicas; evaluación de proyectos, programas y políticas; y estudios del campo CTS.

**María Elina Estébanez  
Carlos Vogt**



## Alcances y limitaciones de la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología\*

**Mario Albornoz** (albornoz@ricyt.edu.ar)

**María Elina Estébanez** (marilina@ricyt.edu.ar)

**Claudio Alfaraz** (calfaraz@ricyt.edu.ar)\*\*

Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior - REDES,  
Argentina

Este artículo presenta algunas aproximaciones a la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología, acotando dimensiones con el propósito de definir de un modo operativo un fenómeno cuya medición es requerida para la evaluación de políticas en ciencia, tecnología e innovación. A tal fin, el texto se desarrolla en dos direcciones: una de naturaleza teórica y la otra más propiamente metodológica. En lo teórico se reseñan los principales problemas conceptuales que presenta la noción de impacto social, y se revisan algunas de las perspectivas existentes acerca de los modos y las dinámicas que adopta la producción y difusión del conocimiento científico y tecnológico. En cuanto a lo metodológico, el artículo expone algunas de las dimensiones sociales propuestas que debería contemplar el análisis de los procesos de impacto, y señala cuáles son los niveles de observación que admite un análisis de este tipo.

**Palabras clave:** impacto social de la ciencia y la tecnología, transferencia de conocimientos, evaluación en ciencia y tecnología, política científica y tecnológica, sistemas de innovación.

*This paper presents some approaches to the notion of social impact of science and technology, delimiting dimensions in order to operatively define a phenomenon whose measurement is required for the evaluation of science, technology and innovation policies. With such goal, the text evolves toward two directions: one with a theoretical nature, and the other more properly methodological. With reference to the theoretical, the main conceptual problems presented by the notion of social impact are revised, as well as some of the existing perspectives about the modes and dynamics adopted by the production and spreading of scientific and technological knowledge. Regarding the methodological, the paper exposes some of the proposed social dimensions that should be considered in analyzing the impact processes, and it suggests which the levels of observation admitted by this kind of analysis are.*

**Key words:** social impact of science and technology, knowledge transfer, science and technology evaluation, science and technology policy, innovation systems.

\* Este artículo da cuenta de las consideraciones teóricas y metodológicas que orientan el proyecto "Impacto social de la ciencia y la tecnología: conceptualización y estrategias para su medición", financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica a través del FONCYT.

\*\* Los autores agradecen a Lionel Korsunsky por haber colaborado en la elaboración de este artículo.

## 1. Introducción

La ciencia moderna ha sido, desde el siglo diecisiete, portadora de promesas de bienestar para la humanidad. Francis Bacon, al proclamar una revolución contra los principios aristotélicos, preconizaba la necesidad de someter la naturaleza descifrando sus leyes a fin de ponerla al servicio del bienestar de los seres humanos. En el paradigma baconiano, la ciencia es concebida como el medio para cumplir con ese cometido: la comprensión científica de la naturaleza redundaría en su dominio como sustento de un progreso ilimitado. Por este medio se honraría la tarea que Dios había encomendado al hombre.

La visión baconiana de la misión y la promesa de la ciencia ha perdurado hasta nuestros días. La promesa de bienestar enarbolada por la ciencia es, junto con su utilidad militar, uno de los fundamentos del contrato social implícito en el surgimiento de la política científica contemporánea. “No hay motivos por los que las lecciones aprendidas en este experimento (la guerra) no puedan aplicarse provechosamente en tiempos de paz”, manifestaba el presidente Roosevelt en la demanda de lineamientos para la acción del gobierno con relación a la ciencia, que formulara a su principal asesor científico, Vannevar Bush. Los conocimientos adquiridos en la investigación orientada hacia objetivos militares, afirmaba Roosevelt, “deberían ser usados en los días de paz que tenemos por delante para la mejora de la salud pública, la creación de nuevas empresas que signifiquen más puestos de trabajo y la elevación del nivel de vida de la nación” (Roosevelt, 1944).

74

Como respuesta al requerimiento, en 1945 se hizo público el informe *Ciencia, la frontera sin fin*, elaborado por Vannevar Bush con el respaldo de los líderes de la comunidad científica de su país, en el que se defendía la necesidad de brindar a la ciencia un apoyo estatal a gran escala. El informe de Bush, considerado como uno de los documentos fundacionales de la moderna política científica, postulaba la necesidad de asegurar el apoyo económico necesario para que la ciencia expandiera sus fronteras y concretara así la promesa de salud, trabajo y una mejor calidad de vida para la población. El nuevo discurso permanecía cercano a las ideas baconianas, si bien el fundamento teológico era reemplazado por otro tipo de justificación: la ciencia, artífice fundamental de la victoria de Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial, habría de ser en tiempos de paz artífice de un progreso y un bienestar ilimitados para el pueblo estadounidense. “Como metáfora, la ‘frontera’ de Bush juega un papel similar al del ‘Dios’ de Bacon -el locus de todo lo que es desconocido llamando a ser mejor comprendido, prometiendo beneficios, siempre fuera de alcance. El dominio tecnológico de nuevas fronteras es el mecanismo probado para fortalecer el control de la humanidad sobre la naturaleza” (Sarewitz, 1996: 101).

En la medida en que la promesa de beneficios sociales es uno de los sustentos básicos de la política científica y tecnológica, la necesidad de evaluar los resultados de los esfuerzos hechos para promover determinados proyectos y líneas de investigación es su consecuencia lógica. Avanzar en el conocimiento de la medida en

que se cumple tal promesa sería lo que, en términos muy globales, podría ser denominado como el análisis del “impacto social de la ciencia y la tecnología”.

Este trabajo se propone abordar algunos de los desafíos implícitos en la definición de los procesos de impacto y en la elaboración de estrategias que posibiliten su medición. En esta dirección, el propósito de esta presentación es exponer una estrategia de análisis del impacto, indicando algunos aspectos metodológicos que pueden resultar de interés para la discusión de los problemas de la medición de impacto aludidos brevemente en esta introducción.

## **2. Problemas conceptuales en torno a la noción de “impacto social”**

El análisis del impacto social de la ciencia y la tecnología se conecta de modo directo, como ha sido señalado, con la política científica y tecnológica, aunque de un modo indirecto también con la política social. Su estudio y evaluación cualitativa y cuantitativa constituye un instrumento esencial para el despliegue de esas políticas públicas. Es evidente que una mayor comprensión de los efectos que el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico provoca sobre la sociedad -en particular en aquellas áreas a las que con mayor propiedad se podrían considerar como “lo social”, en el sentido en que se lo entiende en las llamadas políticas sociales o de “bienestar social”- abre vías de reflexión en torno a cómo potenciar o corregir los efectos favorables o los no deseados. A su vez, esta reflexión permite evaluar la pertinencia del financiamiento brindado a la actividad científica e innovadora, cuestión no menor debido al cuantioso apoyo que reciben las actividades de ciencia y tecnología en las sociedades contemporáneas, incluso en países como Argentina, que configuran contextos de recursos limitados. Aun en el mundo en desarrollo resulta imprescindible procurar la optimización de las asignaciones presupuestarias del estado, ya que la inversión, aunque sea baja en términos de lo que los científicos consideran como el mínimo adecuado, es muy importante si se la compara con las demandas que surgen de las urgencias sociales. Aunque no siempre tenga una clara percepción de ello, es la propia sociedad la que deposita en la ciencia y la tecnología expectativas relacionadas con el bienestar social, ya sea por reconocerle un papel activo en el desarrollo innovador de bienes y servicios que mejoren la calidad de vida<sup>1</sup> o por atribuirle responsabilidad en la generación de riesgos y consecuencias negativas sobre la población. Por los motivos expuestos, la noción de impacto -con ambas connotaciones valorativas- y su medición constituyen herramientas pertinentes para la formulación y evaluación de políticas de ciencia, tecnología e innovación.

75

La cuestión, sin embargo, no está exenta de dificultades de distinto tipo que atañen al ámbito de demarcación del concepto, entendiendo por ello la dimensión de la

<sup>1</sup> La Primera Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia en Argentina dio cuenta de que más del 80% de las respuestas expresaban acuerdo en que “el avance de la ciencia y la tecnología es la principal causa de mejora de la calidad de vida de la humanidad” (SECYT, 2004: 13).

realidad que es aludida, a la esencia misma del fenómeno y a aquellos aspectos más puramente operativos que permitan configurar un instrumento de medición aceptable. En el nivel en que se ha venido discutiendo hasta ahora, no se ha trascendido el límite de un vasto territorio que podría ser caracterizado como propio de una teoría social. Para poder avanzar en el sentido de hacer operables los conceptos que permitan abordar la gestión del impacto y su medición es necesario proceder a delimitar la noción e identificar los fenómenos a ser analizados. En el marco de diversos talleres realizados por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT)<sup>2</sup> con el propósito de abordar los desarrollos necesarios para la medición del impacto social, se analizaron varios de los problemas que deben ser superados, tanto en el plano teórico, como en el práctico.

Un primer problema a considerar acerca de la cuestión del impacto es el del nivel de análisis adecuado para su abordaje. A un nivel macro la literatura sobre el tema registra aproximaciones teóricas que dan cuenta de los efectos que el avance de la ciencia y la tecnología produce sobre la estructura social, poniendo el foco sobre grandes ciclos, tales como, por ejemplo, la modernidad o las revoluciones industriales. En este nivel, pueden ser considerados como ejemplos de análisis de impacto a nivel macro las tesis acerca del surgimiento y el desarrollo de sociedades "post-industriales" elaboradas por Alain Touraine (1973) y Daniel Bell (1973). Ambos autores, si bien con diferencias, expusieron en forma contemporánea interpretaciones globales de los cambios producidos en la estructura social y económica a impulsos de una ciencia en plena transformación de sus paradigmas teóricos. Tal como lo sostenía Touraine, en la sociedad post-industrial "el crecimiento es el resultado, más que de la acumulación de capital solamente, de un conjunto de factores sociales. Lo más nuevo es que depende mucho más directamente que antes del conocimiento, y, por consiguiente, de la capacidad de la sociedad para crear creatividad" (Touraine, 1973: 7). Daniel Bell, por su parte, sostenía que

Analíticamente se puede dividir la sociedad en tres partes: la estructura social, la política y la cultura. (...) El concepto de sociedad post-industrial remite en primer lugar a cambios en la estructura social, a la manera como está siendo transformada la economía y remodelado el sistema de empleo, y a las nuevas relaciones entre la teoría y la actividad empírica, en particular entre la ciencia y la tecnología. (Bell, 1973: 28)

En este contexto, Bell señalaba algunas de las implicancias de la sociedad post-industrial: por un lado, "la consolidación de la ciencia y los valores cognoscitivos como necesidad institucional básica de la sociedad"; de manera paralela, "la toma de decisiones cada vez más técnicas involucra a los científicos o economistas más directamente en los procesos políticos" (Bell, 1973: 64). Este nivel de consideración, que tiende a dotar de sentido procesos históricos de largo alcance, no es el más adecuado para satisfacer en forma práctica el propósito de desarrollar una estrategia para el análisis del impacto y su medición.

<sup>2</sup> Ver RICYT (1997, 1998 y 2000).

Un segundo aspecto problemático a la hora de definir la noción de impacto remite a la determinación de los ámbitos sobre los cuales la ciencia y la tecnología inciden en la sociedad. En principio, es posible distinguir las esferas de lo económico y de lo social como ámbitos que predeterminan abordajes y dimensiones especialmente relevantes para el análisis. Así, por ejemplo, a partir de diversos estudios desarrollados en el marco de la teoría de la innovación, o más específicamente las variantes neo-schumpeterianas nutridas en perspectivas sistémicas, se han desarrollado abordajes metodológicos que confieren determinado sentido a los impactos de la ciencia y la tecnología sobre los procesos económicos. De estos desarrollos han surgido, incluso, importantes aportes que permiten cuantificar la contribución del conocimiento a la dinámica de la actividad productiva y a la transferencia de conocimientos que ella implica. Tal es el caso del Manual de Oslo, elaborado por la OCDE, que establece pautas para la medición de las actividades de innovación, y del Manual de Bogotá, desarrollado por la RICYT, que determina parámetros para la cuantificación de tales actividades en los países de América Latina y el Caribe.<sup>3</sup> Se puede agregar que aun el Manual Frascati de la OCDE, que expresa los acuerdos metodológicos para la medición de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) y refleja, por lo tanto, las perspectivas más afines al núcleo científico y tecnológico propiamente dicho, no está a salvo de una mirada económica, ya que se trata en última instancia de una metodología matricial de análisis costo-beneficio.

Asimismo, con una mirada sistémica y desde una perspectiva evolucionista de la economía ha surgido la noción de “sistema nacional de innovación”, que permite poner el foco sobre la articulación de diversos factores intervinientes en los procesos de desarrollo económico en el marco nacional. Dentro de este abordaje, Lundvall (1992) ha sostenido que la innovación resulta del desarrollo de las instituciones del ámbito educativo, de los organismos públicos y privados abocados a la investigación, los prestadores de servicios técnicos y de capacitación, el sistema productivo y las interrelaciones existentes entre ellos. Caracostas y Muldur (1998) han señalado algunas de las implicancias de esta tendencia para las políticas de ciencia y tecnología: “la principal pregunta a enfrentar por los tomadores de decisiones de nivel gubernamental será (...) cómo reformar la manera en que opera el sistema nacional de innovación para ayudar a que se desempeñe mejor” y, de esta forma, se puedan orientar las políticas públicas de ciencia y tecnología hacia la satisfacción de las expectativas y demandas de innovación planteadas por los ciudadanos (Caracostas y Muldur, 1998: 21).

Este tipo de acercamiento constituye un avance hacia la inclusión de variables no estrictamente económicas en los estudios de innovación. Recíprocamente, ciertos abordajes de la cuestión del impacto social de la ciencia y la tecnología han buscado inspiración en el enfoque de “sistema social de innovación”, en virtud de que incorpora el desempeño de actores heterogéneos en el análisis de los procesos de

<sup>3</sup> Ver OCDE (1997) y RICYT(2001).

difusión de los conocimientos científicos.<sup>4</sup> Las políticas sociales pueden ser vistas como un caso especial de innovación, lo que permitiría aplicar a la medición de su impacto social metodologías inspiradas en el Manual de Oslo (Fernández Polcuch, 2001). En este esquema, el modelo por el cual se representan las demandas de conocimiento de los actores de la política social y su aplicación en la esfera de lo social es el de la “innovación en cadena”, que permite analizar un “proceso [que] va desde la detección de una demanda social, hasta la aplicación de una acción explícita que pretende responder a ella, pasando por el diseño de esta acción, en sus diferentes fases” (Fernández Polcuch, 2001: 54).

La atribución de causalidades en la generación de impactos es, posiblemente, el principal problema teórico a resolver. La complejidad de los modos en los que el conocimiento se produce y es difundido en la trama social, compuesta por numerosos y heterogéneos actores, torna opaca la identificación del origen y la causalidad de los fenómenos. En idéntico sentido, el conocimiento científico y tecnológico no proviene, por lo general, de una fuente única, ya que investigaciones sobre temas similares son desarrolladas en distintos centros, tanto públicos como privados, de un país o de otro, y pasan en su transición desde el laboratorio hasta su aplicación social por un sinnúmero de intermediarios, con o sin ánimo de lucro.

A partir de tal complejidad se han elaborado diversas explicaciones acerca de cuál es la influencia de lo social sobre la práctica científica. Por un lado está la cuestión de la autonomía de la ciencia. Hay quienes conciben a la ciencia, de manera normativa o fáctica, como una actividad dotada de un alto grado de independencia con respecto a factores externos a ella misma. La idea de la “República de la Ciencia” acuñada por Michael Polanyi abunda en este sentido. La noción de autonomía del conocimiento teórico atraviesa la tesis de Daniel Bell acerca de la sociedad post-industrial, en la medida en que carece de una explicación estructural suficiente para dar cuenta de cómo se origina el caudal cognitivo que impacta en la estructura social.<sup>5</sup> Por otro lado, la idea de la autonomía de la ciencia se contrapone a la de su condicionamiento social, lo cual, en relación con el análisis del impacto social del conocimiento, abre la puerta a una posible paradoja. En efecto, la idea de “impacto social” focaliza la dimensión social de la producción y la aplicación del conocimiento. Sin embargo, también conlleva la idea de que se trata de esferas separadas, una de las cuales impacta sobre la otra. Un primer corolario de esta concepción es el refuerzo de la idea de autonomía. Un segundo corolario es que el concepto de impacto, en la medida que postule que el origen del conocimiento es ajeno a su aplicación, reforzaría el modelo lineal de producción del conocimiento, el cual es antagónico a los enfoques centrados en la innovación y en la dimensión social.

<sup>4</sup> Ver Amable, Barré y Boyer (1997).

<sup>5</sup> El autor, no obstante, reconocía las tensiones subyacentes a la relación entre las diferentes esferas. Por caso: “De modo inevitable (...) surgirán tensiones entre las tendencias burocráticas de una ciencia a gran escala y la dimensión carismática de la ciencia, que estima sus actividades como fines en sí mismos que no estarían subordinados a otros objetivos” (Bell, 1994: 464).

Hay que mencionar, finalmente, los problemas relativos al “momento” de medición del impacto. El conjunto de criterios básicos a aplicar y su estructura lógica difieren en función del momento del proceso en el que la evaluación de impacto se aplique. Existe una distinción tradicional entre las particularidades de la mirada evaluadora *ex ante* y la *ex post*. Esta misma cuestión relativa al momento se aplica en el caso de la evaluación del impacto social. Puede entenderse que, hasta aquí, en este trabajo se ha venido hablando implícitamente de evaluaciones *ex post*, esto es, de aquellas realizadas a partir del impacto. No obstante, cabe plantear también la mirada *ex ante* o de previsión, o incluso inducción, de los impactos. Desde esta perspectiva, ciertas metodologías brindan herramientas de apoyo a la selección de proyectos, incorporando criterios teóricos, políticos y económicos en el marco del análisis. A partir de ellos se contempla la evaluación de metas referidas al medio ambiente, a aspectos sociales, al sistema de innovación, al empleo y a aspectos económicos (Moñux Chércoles, 2004). Este enfoque incluye fases de evaluación durante el desarrollo del proyecto y posteriores a su finalización, si bien esta última fase apunta a evaluar *ex post* los resultados obtenidos por el proyecto, a fin de brindar una realimentación de la evaluación *ex ante* y de generar, así, procesos de aprendizaje para futuros proyectos.

Más allá de los problemas señalados, la necesidad de desarrollar herramientas que constituyan el sustento de las políticas de ciencia y tecnología justifica la elaboración de una estrategia que permita, mientras se prosigue la discusión teórica, avanzar hacia el desarrollo de una definición operacionalizable de impacto social de la ciencia y la tecnología y de una metodología para su medición. El hecho de que los sistemas de ciencia y tecnología, principalmente en los países en desarrollo, suelen estar basados en el modelo lineal de producción y aplicación del conocimiento legitima este intento y abona la necesidad de desarrollar estudios acerca del impacto, aun cuando las miradas lineales hayan sido sometidas a diversas críticas.

79

### 3. Algunas visiones sobre la dinámica del conocimiento

Actualmente son variadas las elaboraciones conceptuales que han conformado visiones alternativas a las lecturas lineales de los procesos de producción y uso del conocimiento. Desde hace algún tiempo, diversas corrientes de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología enfatizan la complejidad y la multiplicidad de factores que intervienen en los procesos de producción y circulación y apropiación social de los conocimientos científicos y tecnológicos. Una serie de modelos tienden a caracterizar la producción de conocimiento como un proceso complejo, en el cual los actores no dedicados específicamente a la investigación intervienen de un modo mucho más activo que el que se había percibido tradicionalmente. Hacia tales fenómenos apuntan modelos como el de Gibbons et al. (1997), quienes analizan los nuevos modos de producción del conocimiento, o esquemas como el de Etzkowitz y Leydesdorff (1998), quienes centran su análisis en el surgimiento de una “triple hélice” de relaciones entre empresas, gobiernos y centros académicos para la producción de conocimiento e innovaciones.

Por otro lado, desde una perspectiva constructivista, principalmente, se ha afirmado la existencia de una “red sin costura” entre ciencia, tecnología y sociedad, que diluye las limitaciones estrictas entre estas partes y da pie a una explicación de las propiedades y el funcionamiento del conocimiento en términos del proceso social que lo genera (véase, por ejemplo, Bijker, 1992). Desde una perspectiva similar se sostiene que “el conocimiento puede ser visto como un producto o un efecto de una red de materiales heterogéneos”, en la cual interactúan elementos sociales, técnicos, conceptuales y textuales (Law, 1992: 2). La figura de las redes es una de las formas más destacadas en que ha sido caracterizada la nueva dinámica del conocimiento. Michel Callon, dentro de esta mirada, cuestiona “la pretensión de que es posible distinguir durante el proceso de innovación entre unas fases que son claramente técnicas o científicas y otras que están guiadas por una lógica económica o comercial. (...) Desde el principio, las consideraciones técnicas, científicas, sociales, económicas o políticas están inextricablemente ligadas en un todo orgánico” (Callon, 1987: 144). Como correlato de esta visión, Callon sostiene la existencia de “actores-red”: “Un actor-red es, simultáneamente, un actor cuya actividad consiste en entrelazar elementos heterogéneos y una red que es capaz de redefinir y transformar aquello de lo que está hecha” (Callon, 1987: 156). La teoría del actor-red centra su atención sobre los procesos de interacción, lucha, negociación e interpretación en los que el conocimiento se inserta, como estrategia para hacer prevalecer ciertos efectos de poder de unos agentes sobre otros y, así, lograr ordenamientos acordes con propósitos específicos.

80

Perspectivas cercanas a los estudios de innovación también han hecho uso de la figura de las redes, para dar cuenta de procesos de creación de entramados complejos de actores e instituciones que son un requisito fundamental para fomentar la producción, la circulación y el uso del conocimiento. David y Foray (2002), por caso, afirman que

Las actividades basadas en el conocimiento surgen cuando la gente, apoyada por las tecnologías de la información y de la comunicación, interactúa en esfuerzos coordinados de coproducción (es decir, crear e intercambiar) de nuevos conocimientos. Por lo general, esto implica tres situaciones principales: una cantidad significativa de miembros de una comunidad se une para producir y reproducir nuevos conocimientos (difunden fuentes de innovación); la comunidad crea un espacio “público” para intercambiar y divulgar el conocimiento, y las nuevas tecnologías de la información y el conocimiento se usan de manera intensiva para codificar y transmitir los nuevos conocimientos. (David y Foray, 2002: 477)

De acuerdo con esta mirada, la creciente velocidad e intensidad de los procesos de innovación se basa no sólo en la investigación y el desarrollo llevados adelante en los marcos formales y tradicionales para estas actividades, sino también, y cada vez más, en los vínculos e interacciones surgidas entre individuos no especializados, que se contactan de manera fluida e informal para llevar a cabo tareas determinadas o para resolver problemas específicos.<sup>6</sup> De los aspectos marcados por los autores es

preciso retener especialmente los referidos al establecimiento de relaciones sinérgicas entre actores y al papel jugado por el acortamiento de las distancias entre ellos, sobre todo en lo que hace a la proximidad territorial.

El desarrollo de estos procesos en un marco de cercanía regional ha sido ampliamente documentado por Casas (2001).<sup>7</sup> La autora hace uso del concepto de "región" para delimitar un ámbito territorial en el cual se generan dinámicas de producción y apropiación social del conocimiento. En el marco de este abordaje, una región es caracterizada como

Una entidad que cuenta con un conjunto de características favorables para la construcción de redes de conocimiento, como capacidades de investigación, sectores productivos sensibilizados de la importancia de estas actividades, políticas regionales, estatales y/o locales en este campo, y conformación de agentes mixtos para promover las interacciones. (Casas, 2001: 35)

Esta aproximación enfoca el papel de las universidades, los gobiernos y las empresas para la conformación de espacios regionales de conocimiento a través de interacciones en el marco de un espacio territorial específico. A partir del estudio de diversos espacios regionales de conocimiento surgidos en México, la autora identifica formas en las que se procura crear un ambiente de investigación mediante la asociación de diversas instituciones que en regiones específicas concentran sus esfuerzos a fin de dinamizar la circulación de conocimientos y así potenciar su especialización y su competitividad en materia científica y tecnológica.

81

De esta rápida revisión del concepto de redes se desprende la necesidad de tipificar los procesos de generación de conocimiento, sus modos de operación y las formas en las que se da la vinculación entre actores sociales. Para ello será necesario recurrir inicialmente a abordajes simplificados de los procesos de producción y apropiación social del conocimiento, como punto de partida de un análisis que deberá ganar en profundidad y complejidad. La simplificación de las variables involucradas constituye un paso hacia la operacionalización de instrumentos y conceptos apropiables por políticas públicas orientadas a atender intereses y demandas sociales a la ciencia, asociada a la promesa del logro de objetivos de bienestar y desarrollo social. Desde este punto de vista, simplificar las variables no significa simplificar el problema, sino hacer factible la generación de modelos de toma de decisiones más participativos, teniendo en vista la complejidad de los actores involucrados y sus formas de interrelación y producción de conocimientos.

<sup>6</sup> Existe un importante flujo de conocimientos a través de intercambios "no tradicionales" entre actores. Se entienden por "no tradicionales" tanto las incorporaciones de personal académico especializado en el marco de estructuras no dedicadas específicamente a la investigación (tales como empresas u organismos públicos), como los trasvases de conocimiento producidos a través de contactos informales entre miembros de equipos de investigación en ámbitos tales como, por ejemplo, espacios de reunión social.

<sup>7</sup> Si bien esta autora no apunta centralmente a analizar los procesos que aquí se incluyen bajo la noción de impacto social, la elaboración del concepto de redes de conocimiento y el rol de la territorialidad son ideas muy ricas para extender al análisis de impacto.

En tal sentido, la reconstrucción hacia el origen de las redes de intermediación por las que circula el conocimiento puede ser considerada como una alternativa válida para avanzar hacia la comprensión de las formas en las que el conocimiento científico y tecnológico es utilizado para la resolución de problemas sociales y, simultáneamente, proceder hacia el desarrollo de metodologías para la medición del impacto social de la ciencia y tecnología. La reconstrucción de los modos de circulación del conocimiento debe tener en cuenta, por un lado, la oferta de conocimientos producidos por los grupos científicos, y, por otro lado, el análisis de las demandas provenientes del ámbito de la política social, reconstruyendo las formas mediante las cuales desde este terreno se obtiene y es aplicado el conocimiento. La tipificación y el análisis de los actores que median en estos procesos puede ser un camino hacia el diseño de herramientas de política científica y tecnológica tendientes a orientar el conocimiento en direcciones socialmente deseables.

#### **4. Hacia una metodología de medición del impacto social**

Uno de los primeros desafíos metodológicos que enfrenta el intento de medir el impacto social de la ciencia es establecer un recorte de aquellos aspectos sociales sobre los que se centrará la mirada analítica. En una aproximación general es posible considerar las diversas esferas institucionales en las que se organizan las actividades sociales -la economía, la política y diversos dominios institucionales especializados, tales como la salud, la educación, el bienestar social y la seguridad social- seleccionando los ámbitos más sensibles a los efectos de los procesos de producción, intermediación y uso de los conocimientos científicos y tecnológicos, y seguidamente identificando qué áreas son las más estrechamente vinculadas con la atención de la calidad de vida de la población. En este sentido, la selección de "áreas-problema" entre el conjunto de lo social constituye un intento por focalizar la atención sobre algunas problemáticas sociales consideradas particularmente relevantes. La identificación de estas áreas-problema requiere, una vez más, delinear un panorama de los ámbitos relegados en cuanto a desarrollo social y calidad de vida en una determinada sociedad, para lo cual se deberá recurrir a diversas fuentes, tales como los organismos gubernamentales asociados a la atención de los problemas sociales, las organizaciones no gubernamentales que orientan sus actividades hacia este campo, o bien los organismos internacionales que elaboran metodologías y realizan informes de análisis del desarrollo social.<sup>8</sup> A partir de estas fuentes es posible obtener un repertorio de áreas-problema consideradas como dimensiones relevantes en el desarrollo social y la calidad de vida de la población.

Un aspecto central en la elaboración de una metodología es la necesaria caracterización de los procesos relevantes que forman la trama de relaciones entre sociedad y producción de conocimiento. En este punto se evidencia la necesidad de simplificar algunos de los términos de la interacción y de separar con fines analíticos

<sup>8</sup> Entre estos análisis se destaca el Informe sobre Desarrollo Humano producido anualmente por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

los actores y procesos que intervienen para que el conocimiento sea producido, circule y sea apropiado y aplicado por la sociedad. Como se adelantara, diversas corrientes de los estudios sociales de la ciencia han mostrado que esta dinámica es mucho más compleja, involucra interacciones en diversos planos, a partir de diferentes variables, y es llevada adelante en muchos casos por actores “híbridos”, esto es, que no pertenecen totalmente al ámbito estricto de lo académico ni tampoco al de lo social. La hibridación se da asimismo en el surgimiento de diversos modos de articulación de la interacción, que pueden ser más o menos formalizados.

La demarcación propuesta permite observar así distintos actores (individuales e institucionales) y procesos que concurren para la generación de los fenómenos de impacto, a través de modalidades de interacción y funciones específicas.<sup>9</sup> Así, la delimitación de elementos puede dar lugar a una tipología como la que sigue:

- Actores y procesos intervinientes en la producción, la estructuración y el acopio del conocimiento.
- Procesos de distribución del conocimiento:
  - acciones de disseminación de conocimientos desde el propio sistema científico y tecnológico;
  - actividades de vinculación y transferencia desde los sectores científicos hacia diversos actores sociales (gubernamental, empresarial y no lucrativo);
  - circulación de conocimientos científicos y tecnológicos por canales socializadores: medios masivos de comunicación, sistema educativo, profesiones, movimientos sociales, etc.
- Actores y procesos en el momento de utilización del conocimiento.

83

Los actores y procesos que intervienen en la producción del conocimiento científico son analizados en tanto permiten considerar la potencialidad de ciertas actividades y productos del conocimiento para la generación de impactos sociales positivos. La oferta de conocimientos producidos por el sistema científico y tecnológico es caracterizada, en este sentido, de acuerdo con su potencial de aplicación a las problemáticas sociales identificadas. Las características de esta oferta, su calidad o su especificidad temática, dan cuenta de su relación y vinculación con las demandas de la sociedad y brindan una medida de la capacidad de influencia e impacto posible de los actores científicos en el conjunto social. Con todo, se debe tener presente que la aplicabilidad de los conocimientos disponibles o la utilidad posterior de los mismos excede el marco exclusivo de producción, vinculándose en mayor medida con los procesos de construcción de la utilidad del conocimiento por parte de los actores en su conjunto.

Por su parte, los procesos de distribución del conocimiento pueden ser analizados a través de las distintas actividades de intermediación y vinculación que desarrollan los productores del conocimiento científico hacia los actores sociales, sean éstos usuarios intermediarios o finales de los conocimientos científicos. De este modo, es

<sup>9</sup> Para una exposición ampliada de esta tipología, ver Estébanez (2003).

posible caracterizar una serie de acciones y actividades de transferencia diferenciadas, con distintos grados de intencionalidad y propósito, y a su vez con diversas características concretas, modos de vinculación y actores e instituciones involucrados.

La primera de estas acciones se refiere a las acciones de difusión que llevan a cabo los propios actores científicos hacia la sociedad en su conjunto. Este primer tipo de vinculación concreta comprende la realización de actividades de difusión de los conocimientos científicos y tecnológicos a partir de la voluntad explícita de los propios productores de conocimientos. Más allá de las acciones de comunicación que se realizan hacia el interior de la comunidad académica, habituales en el proceso de producción de conocimientos, la importancia de estos procesos radica en las comunicaciones ex profeso que el sistema científico realiza hacia otros actores sociales. En un sentido concreto, estas actividades pueden observarse tanto en las acciones de educación formal y no formal (talleres, seminarios, jornadas) en las que participan los actores científicos, como en la producción y publicación de la producción científica a través de los distintos formatos habituales (ponencias, *papers*, etc.).

84

Otro tipo de actividades de vinculación e intermediación son los procesos y actividades de transferencia que se realizan desde el sistema científico hacia la sociedad. La caracterización de los tipos de actividades que se realizan, con voluntad explícita de los actores intervinientes en las transferencias científicas y tecnológicas, brinda una medida del impacto producido por estos procesos de vinculación. Entre los rasgos que adoptan estas actividades, es posible mencionar que una adecuada caracterización de las mismas debe incluir la detección de los ámbitos en que se produce la vinculación, el tipo de formalidad e institucionalización de los contactos, los mecanismos de intercambio, los productos "transferibles", e incluso los intereses y objetivos de los actores intervinientes, entre otros aspectos. Asimismo, es preciso aclarar que la bibliografía rescata en especial la importancia de los contactos informales para el desarrollo de estas actividades de vinculación. También es importante mencionar que este tipo de análisis puede ser realizado tanto desde la perspectiva de los productores del conocimiento (oferta científica) como desde la demanda (usuarios del conocimiento científico).

El tercer tipo de procesos de distribución del conocimiento se relaciona con la circulación de los conocimientos científicos y tecnológicos en la sociedad, en los cuales intervienen distintas actividades de diseminación y socialización del conocimiento. Desde este punto de vista se hace hincapié en los procesos de difusión social del conocimiento a través de diversos canales socializadores (medios de comunicación, enseñanza de la ciencia, información científica hacia grupos de la sociedad civil, entre otros). Debido al carácter difuso que adquieren estos flujos de conocimiento, la problemática de análisis de la intermediación se remite a la consideración del impacto efectivo o potencial que puede adquirir la circulación de conocimientos científicos en la sociedad. Los trabajos orientados a la construcción de indicadores de percepción pública de la ciencia dan cuenta de este fenómeno y son un intento de observarlo en su conjunto, por lo que su estudio en detalle no es abordado en este trabajo.

Finalmente, para el estudio de estos procesos de vinculación e intermediación es necesario analizar a los usuarios del conocimiento, esto es, a quienes incorporan los conocimientos científicos para la realización de determinada actividad propia. Es posible diferenciar dos tipos de usuarios del conocimiento: los “intermediarios” y los “finales”. Mientras los primeros utilizan los conocimientos científicos y tecnológicos en la constitución de nuevos bienes o servicios con un fin determinado (por ejemplo, una empresa que utilice investigaciones básicas y aplicadas para el desarrollo de nuevos productos de mercado), los usuarios finales son aquellos que se ven involucrados directamente como beneficiarios del conocimiento científico y que se constituyen como sujetos del impacto (por ejemplo, pobladores que a raíz de un desarrollo tecnológico concreto cambian sus hábitos de consumo y mejoran su calidad de vida). La descripción de las características de los usuarios puede ser una vía para reconstituir, a través de estudios de casos concretos, el proceso de apropiación e incorporación de conocimientos científicos y tecnológicos en actores sociales determinados que participan en estos procesos de intermediación y transferencia del conocimiento.

Cabe la pregunta acerca de si existen tipos de conocimientos más proclives que otros a la generación de impactos. En principio, parecería que el interrogante admite una respuesta un tanto obvia: aquellos conocimientos que se ubican en el campo de la investigación aplicada o muy próximos al desarrollo tecnológico serían más propensos a generar impactos. No obstante, la experiencia ha demostrado largamente la fragilidad de los límites entre los compartimientos estancos, así como el hecho de que el impacto de la investigación básica puede ser tanto o más directo y profundo que el de la investigación aplicada. De todos modos, y desde la perspectiva de los tomadores de decisiones políticas (donde se ubica la necesidad de abordajes metodológicos referidos en este artículo), es posible establecer algunas aproximaciones, guiadas por diversas experiencias: ciertos tipos de conocimientos y disciplinas pueden tener mayor potencialidad para la producción de determinados impactos, por razones temáticas o disciplinarias, principalmente. Ese tipo de categorización es legítimo en la medida en que sea necesaria para hacer más operativas las variables requeridas para la toma de decisiones.

85

Quedaría aún por analizar la oferta de conocimiento científico y tecnológico, en relación con las áreas de lo social en las cuales se han detectado impactos. La tipificación tiende a adscribir las capacidades de los grupos de investigación a determinadas demandas sociales de apropiación de conocimiento, y permite realizar un mapeo en tal sentido. En este intento, no obstante, debe tenerse presente que cuando se trabaja sobre el terreno de los fenómenos concretos aparecen aspectos complejos -como, por caso, la ya referida hibridación de los espacios de producción del conocimiento y de las prácticas relacionadas- que hacen inviable la aplicación de metodologías excesivamente esquemáticas o dogmáticas. Tal es el problema de, por ejemplo, las metodologías tradicionales de planificación y evaluación de proyectos que utilizan la tipología de “campos de aplicación” previamente normalizados, ya que tales categorizaciones generan una rigidez excesiva que hace que sea poco factible operar en base a ellas.

Concebir los conocimientos científicos y tecnológicos como productos cuyo impacto puede ser analizado implica describir el carácter y el objeto de un tipo especial de conocimiento, tanto en función de las relaciones de producción y vinculación que establece como de los resultados que puede alcanzar. Sin pretender abarcar la totalidad de sentidos asimilables al fenómeno del conocimiento científico y tecnológico, sería necesario considerar, al menos, los productos de la labor de investigación y las capacidades materiales y simbólicas de grupos científicos del país, por un lado, y los conocimientos y tecnologías producidos globalmente, por el otro.

Con respecto a la producción de los grupos locales, cabe distinguir entre los resultados de la actividades de I+D, que incluyen a los productos finales o *outputs* de la actividad científica -tales como los recogidos en las publicaciones científicas- y los logros o *outcomes* de estas acciones -beneficios que contribuyen a la sociedad- (Garret-Jones, 2000). Mientras los productos finales son procesos de I+D a los que se dirigen las miradas clásicas de evaluación de la actividad científica, los logros refieren a la noción de beneficio material alcanzado por la labor de investigación y sus resultados. De manera paralela, también deberán considerarse otros contenidos de las capacidades científicas y tecnológicas disponibles por los grupos de I+D locales, que se complementan con el desarrollo de conocimientos propios. La infraestructura material de los grupos, su acceso a la información científica y tecnológica global y a la frontera del conocimiento, y el capital social y simbólico de los grupos son elementos que permiten a los investigadores enfrentar analíticamente determinadas problemáticas sociales y desarrollar de este modo un tipo de vinculación específica con otros actores sociales, que sin el desarrollo de capacidades propias no estarían en condiciones de desenvolver. Para el caso del capital simbólico, este bien intangible, disponible para la comunidad científica en virtud del reconocimiento social que tiene la ciencia en la sociedad moderna, le permite operar como agente de legitimación de prácticas que, aunque no son usuarias directas de conocimiento, se afilian indirectamente al saber científico. Por lo tanto, no solamente habrá que considerar el impacto en tanto uso instrumental de conocimientos y sus efectos en la sociedad, sino también en cuanto a los efectos de la habilitación o legitimación de prácticas sociales mediante la intervención del juicio científico.<sup>10</sup>

Finalmente, deberá definirse el lugar de los conocimientos y tecnologías producidas globalmente -ya sea innovaciones recientes o productos de amplio acceso- en el análisis de los procesos locales de impacto social. Estos conocimientos intervienen de forma diversa en las capacidades científicas de un país, en función de la propia dinámica de la producción científica contemporánea y de las diferentes lógicas imperantes (apropiación pública o privada). A partir de estos elementos se transforman en saberes diseminados en el tejido social. No obstante, los conocimientos también circulan por canales no necesariamente mediados por la comunidad científica local. El rol de ciertos organismos internacionales difusores de conocimientos especializados (por ejemplo los organismos abocados a la salud,

<sup>10</sup> En especial, el rol de legitimación puede ser apreciado en el marco de la elaboración y puesta en práctica de decisiones políticas en tanto modelo determinado de utilización del conocimiento científico (Weiss, 1992).

como la Organización Mundial de la Salud o la Organización Panamericana de la Salud) que se asocian a instituciones locales (tales como asociaciones médicas u órganos gubernamentales del área) es el caso más paradigmático. Otro caso ilustrativo de procesos de impacto local fuertemente condicionados por desarrollos globales se da en el caso de las tecnologías de la información y la comunicación, desarrolladas en determinados países y difundidas mundialmente, con fuerte incidencia en prácticas sociales y generadoras de impactos sociales diversos.

## **5. Niveles de observación del impacto social de la ciencia y la tecnología**

El estudio del impacto social del conocimiento puede concentrarse en tres niveles de análisis: macro, meso y microsocioal. Cada uno de ellos presenta interés para la observación de diversas dimensiones de los fenómenos considerados, y plantea particularidades metodológicas que deben ser tenidas en cuenta a la hora de abordar el estudio de estos procesos.

El análisis en el nivel macro se centra sobre características generales de un conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos y sus aplicaciones e impactos en un determinado entorno social a nivel de país o de una cierta región. Se inscriben en este nivel las encuestas a nivel nacional o regional basadas en metodologías consensuadas internacionalmente, como ocurre por ejemplo con los manuales de la OCDE. Las encuestas nacionales de innovación, por su parte, son ejemplos de análisis agregados de aplicación del conocimiento a la actividad productiva. Recíprocamente, los estudios del potencial transferible recomendado por la UNESCO y la OCDE constituyen análisis macro desde la perspectiva de la oferta. Desde la perspectiva de las metodologías de medición del impacto, el material brindado por las encuestas basadas en el Manual de Frascati no deja de tener gran interés, ya que permite una radiografía del conjunto potencial de conocimientos aplicables, ordenados y clasificados de diferentes maneras. Este conjunto puede ser considerado como una expresión de la capacidad científica del país y, en términos de la medición del impacto, establece la dimensión de los impactos globales posibles. El estudio de la oferta científica a nivel macro proveniente de las actividades llevadas adelante por un conjunto amplio de grupos de investigación puede informar sobre sus orientaciones temáticas principales y sobre el potencial que esta oferta puede tener para la generación de impactos sociales, una vez que se han identificado las áreas de lo social sobre las cuales incide el uso de conocimientos científicos y tecnológicos. En este sentido, un estudio complementario puede ser el análisis de las actividades de transferencia de conocimientos llevadas adelante por tales grupos, a fin de detectar en qué áreas está siendo utilizado el conocimiento proveniente de la oferta. En el nivel de análisis macro también permite correlacionar indicadores los globales de ciencia y tecnología con otro conjunto de indicadores sociales, como por ejemplo el Índice de Desarrollo Humano elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), o el de Pobreza y Salud desarrollado por la OMS.<sup>11</sup>

87

<sup>11</sup> Ver Albornoz et al. (2004a). Una propuesta de asociación de indicadores de nivel macro para medición de impacto también se presenta en Cozzens y Bortagaray (2002).

Desde el punto de vista operativo, el análisis de la oferta de conocimiento se apoya en bases de datos referentes al potencial científico, capacidades, patentes, producción bibliométrica y otras similares. Estas bases, y entre ellas principalmente las compiladas por instituciones públicas del área de ciencia y tecnología o educación superior, dan cuenta del conjunto de conocimientos disponibles y muchos de sus resultados. Es indispensable que tales bases incluyan, entre los parámetros estandarizados de clasificación de proyectos, referencias lo más precisas posibles acerca de campos disciplinarios y de aplicación de los conocimientos, lo cual habilita la obtención de mapas disciplinarios y problemáticos. De esta manera también se hace posible identificar grupos o investigadores especializados a quienes consultar para eventuales estudios de mayor profundidad. Finalmente, en el interior de los campos disciplinarios y áreas identificadas, estos mapas permiten determinar qué líneas específicas tienen un mayor peso relativo en la oferta temática.

La metodología también debe apuntar a la identificación de los flujos de transferencias de conocimientos, a fin de detectar la dinámica de vinculación del conocimiento científico y tecnológico con diversos sectores sociales, mediante el análisis de las actividades de transferencia desarrolladas por las unidades de investigación. Nuevamente, es primordial aquí contar con bases de datos que den cuenta del tipo de actividad desarrollada y el destinatario de la transferencia, que permitan detectar los flujos de conocimiento desde el sector científico al sector social, previa clasificación de los tipos de actividad, y del origen territorial e institucional de los destinatarios. Una clasificación operativa en este sentido podría distinguir entre destinatarios de las transferencias y tipos de actividad de transferencia. A su vez, por este medio se pueden establecer diversos niveles de actividad de vinculación al comparar instituciones o disciplinas según la mayor o menor presencia de transferencias. El análisis disciplinario puede combinarse con la detección de modalidades típicas en cuanto a tipo de actividad y tipo de destinatario.

88

A partir de este abordaje es posible construir una serie de indicadores de transferencia que permiten sintetizar la dinámica y evolución de estas actividades a través del tiempo.<sup>12</sup> De esta manera es posible examinar las tendencias y orientaciones principales halladas para las actividades de transferencia, así como brindar un enfoque general de los datos bajo análisis a través de distintas desagregaciones. Una propuesta de indicadores puede ser la siguiente:

<sup>12</sup> Para una versión ampliada de esta propuesta, ver Estébanez y Korsunsky (2004).

Tipos	Indicador	Modo de cálculo
<b>Indicadores de actividad</b>	Indicador de actividad total	Proyectos de investigación (con transferencia) / Proyectos de investigación (totales)
	Indicador de nivel de actividad de transferencias	Cantidad de transferencias / Proyectos de investigación (sólo con transferencias)
<b>Indicadores de orientación</b>	Indicador del tipo de actividad de transferencia	Cantidad de transferencias según tipo de actividad de las transferencias / Cantidad total de transferencias x 100
	Indicador de orientación social de las transferencias	Cantidad de transferencias según tipo de destinatario de las transferencias / Cantidad total de transferencias x 100
	Indicador de modo	Cantidad de transferencias según tipo de actividad y destinatario de las transferencias / Cantidad total de transferencias x 100

Los análisis de nivel macro presentados son una muestra del tratamiento dado a un tipo de información accesible en las bases de datos a los fines de un análisis de impacto. Si bien las caracterizaciones obtenidas no constituyen en sí procesos de impacto, ofrecen un mapeo de la producción de conocimiento con orientación social, mostrando tendencias agregadas en escala de un país, pero a la vez permitiendo acceder a una identificación más precisa -a escala de instituciones o grupos- para posteriores análisis meso o microsociales.

A fin de analizar con mayor detalle los encadenamientos sociales que producen fenómenos de impacto es necesario seleccionar ámbitos de interacción acotados, centrando la atención sobre su vinculación con los problemas sociales. Tres tipos de estudios se corresponden con este enfoque: los estudios de usuarios de conocimiento científico en el campo del desarrollo local, los análisis de estructuras de intermediación con relación a las políticas sociales, y los estudios de caso.

El estudio de usuarios de conocimiento en el campo del desarrollo local se justifica por el peso que han adquirido los gobiernos locales en la promoción del desarrollo

social y el protagonismo obtenido en virtud de los procesos de descentralización, que transforman a los municipios en nuevos actores de la política social. En este nivel, el estudio puede consistir en una serie de ejercicios asociados, que incluyan la detección de procesos y redes de vinculación entre instituciones científicas y municipios por la vía de bases de datos y la realización de encuestas dirigidas a gobiernos locales. Sobre esta base, también es posible detectar la emergencia de nuevos roles para estos actores en los procesos de circulación del conocimiento, particularmente como usuarios y adoptantes, así como su grado de participación en la conformación de agendas de investigación.

El análisis de estructuras de intermediación, por su parte, apunta a identificar y caracterizar instancias de intermediación entre los organismos gubernamentales a cargo de las políticas sociales nacionales y el sector científico y tecnológico, sobre el supuesto que estas interacciones constituyen uno de los vehículos centrales de generación de efectos o impactos en el medio social. La indagación por la vía gubernamental puede permitir la obtención de una tipología de modos de vinculación y resultados. En estos casos, se requiere realizar relevamientos de organismos de nivel nacional abocados a la atención de problemáticas sociales, que utilizan conocimientos científicos y tecnológicos en el diseño, ejecución y evaluación de sus acciones. La indagación puede complementarse con entrevistas tendientes a caracterizar la visión de funcionarios públicos sobre la utilidad de este tipo de conocimientos en su labor profesional y los resultados e impacto de tal uso. Una metodología de este tipo resultaría útil para identificar los grados de formalidad e informalidad de los vínculos, la regularidad de los contactos y la característica codificada o "incorporada" del conocimiento circulante. Tales pasos aportarían información acerca de los modos de articulación de la vinculación, esto es, si se desarrolla mediante la constitución de órganos consultivos o asesores conformados por científicos y funcionarios, si tales órganos se integran formalmente en las estructuras de gubernamentales, si los programas y organismos incorporan en su planta a personal procedente del sector científico, así como la presencia de contrataciones de estudios, servicios o evaluaciones externas procedentes del sector científico.<sup>13</sup>

La realización de estudios exploratorios y análisis de casos concretos, por último, debe procurar la comprensión de las redes de intermediación del conocimiento, centrandó la mirada en ámbitos y niveles de especificación creciente, a fin de reconstruir un árbol de impactos. La aplicación de una metodología retrospectiva es de primordial importancia para determinar las cadenas de actores y sus roles en la producción, transmisión y uso del conocimiento, apuntando a medir los efectos de la transmisión del conocimiento e impactos en la calidad de vida de la población. El análisis en este nivel puede centrarse en tres subvariantes paradigmáticas: redes temáticas de conocimiento y transferencia, análisis de instituciones como caso, y desarrollos científicos y tecnológicos con transferencia al medio social.

<sup>13</sup> Ver Albornoz et al. (2004b).

Las redes temáticas refieren a asociaciones de actores e instituciones que operan sobre una problemática social, en la cual se han observado procesos de interacción entre sector científico y social, transferencias efectivas de conocimiento y resultados concretos de dichas acciones. Para este tipo de casos debe apuntarse a analizar un conjunto amplio de canales de circulación de conocimiento (producción-transferencia-uso e impacto), identificados a partir de diversos medios, tales como, por ejemplo, bases de datos, búsquedas en internet y fuentes secundarias. La caracterización debe iniciarse con la entrevista a informantes claves del campo social en cuestión, a fin de que amplíen la identificación de actores y especifican roles y acciones. A partir de allí puede realizarse la selección de tramos más focalizados sobre los cuales extender las entrevistas.

Por su parte, el análisis de instituciones debe apuntar a estudiar organizaciones que se desempeñen en algunos de los procesos de interacción entre la producción de conocimiento y su uso social. En este sentido, puede tratarse de una institución de investigación aplicada, o bien de una entidad de “interfase” -como lo son muchas entidades profesionales que reciben los servicios del sector científico y, a su vez, usan y aplican conocimiento en su práctica profesional. El análisis considera el conjunto de vinculaciones y productos en circulación con eje en la institución, considerada como nodo de una red de circulación de conocimiento (producción-transferencia-uso e impacto), ya sea que se trate de un nodo central o que presente una amplia relevancia en los procesos de transferencia. La realización de entrevistas con los miembros de la institución puede ser un medio idóneo para abordar este tipo de estudios.

91

Finalmente, en un nivel más específico, el estudio de los desarrollos científicos y tecnológicos con transferencia al medio social apunta a reconstruir los casos de transferencias. Para este tipo de análisis se apunta a estudiar circuitos específicos de producción-transferencia-uso e impacto identificados a partir de fuentes de información provenientes del sector científico y tecnológico. La aplicación de entrevistas a los protagonistas de la transferencia es una herramienta útil para recabar información en este sentido.

## 6. Conclusiones

El trayecto realizado ha tenido el propósito de poner de relieve, por una parte, la complejidad intrínseca de la noción de “impacto social” y, paradójicamente, la necesidad de contar con un concepto semejante como instrumento para la evaluación de las políticas públicas de ciencia y tecnología. Esta necesidad se basa en el supuesto de que la inversión pública en ciencia y tecnología requiere ser justificada en términos de beneficios para la sociedad, y en la comprobación de que no en todos los casos tales beneficios se derivan del “derrame” de la acumulación de riqueza lograda por el incremento de la capacidad productiva.

Un recorte de tipo operativo del “impacto social” identifica esta idea con la efectiva contribución del conocimiento científico y tecnológico al desarrollo de las políticas

sociales. Sin embargo, la noción también incluye una evaluación de los riesgos asociados a la aplicación práctica de ciertos conocimientos. Desde el punto de vista metodológico, la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología es requerida, tanto como una preceptiva a seguir para la anticipación de resultados sociales - positivos y negativos- a la hora de tomar decisiones de política, tales como la decisión de financiar proyectos de I+D, como bajo la forma de un conjunto de indicadores que puedan dar cuenta, a nivel “macro”, de los resultados globales de ciertas políticas en términos de su utilidad social.

Por tratarse de una noción todavía no suficientemente explorada, la de “impacto social” debe ser transitoriamente concebida como un programa de exploración de casos y de dimensiones, más que como un concepto de entornos precisos. El programa de exploración abarcaría un conjunto de ejercicios destinados a explorar diversas vías de análisis o, en otras palabras, diversos fenómenos de impacto.

En el menú inicial de opciones se cuenta con las bases de datos que registran las capacidades (grupos de investigadores y sus medios), resultados disponibles (informes, publicaciones y patentes, entre otras posibilidades) y acciones en ejecución (proyectos y programas en curso). El tratamiento de información científica y tecnológica agregada, sobre la base de un conjunto de variables que ilustren la asociación del conocimiento con problemas sociales, permite caracterizar la oferta de conocimientos disponibles y, en algunos casos, efectivamente aplicados. Los impactos potenciales de dichas capacidades pueden ser analizados a través de la construcción de “mapas”, a partir de la identificación de disciplinas y campos de aplicación realizada por los propios investigadores en sus proyectos de I+D; este paso puede ser complementado con la obtención de perfiles asociativos a partir de la identificación de sectores sociales potencialmente destinatarios de acciones de transferencia de resultados de I+D. La debilidad conceptual de la medición del impacto efectivo de estos casos se encuentra compensada por la accesibilidad de este tipo de información y su utilidad para obtener imágenes globales de correspondencia entre las orientaciones del sistema científico (o, más precisamente, de la política científica, *lato sensu*) y aquello que pudiera ser caracterizado como la “demanda social”. El mapeo permite además orientar el acceso a procesos de impacto efectivo a nivel “micro” y realizar estudios prospectivos de futuros impactos.

El programa de exploración comprende la necesidad de estudios de mayor focalización que deben ser desarrollados con el objetivo de obtener descripciones más precisas de los encadenamientos sociales entre producción de conocimiento, uso e impacto. Este tipo de análisis requiere la identificación previa de determinadas áreas-problema de desarrollo social. Siguiendo una aproximación semejante a la del análisis de los procesos de innovación, este tipo de estudio requiere un enfoque centralmente retrospectivo y su universo de indagación estaría constituido por actores y prácticas (tanto científicas como no científicas) y su punto de partida serían las vinculaciones constatables en ámbitos acotados de interacción social: una institución de I+D y su “público”, un programa de acción gubernamental y su población de referencia, un grupo de investigación y los usuarios de sus resultados. Desde esta perspectiva, la indagación se orienta a reconstruir itinerarios de las

vinculaciones efectivas entre el sector científico y el sector social, a partir de la identificación de efectos e impactos. La limitación de estos estudios radica en la simplificación de variables a considerar en el análisis del impacto: se podrá obtener una caracterización -cualitativa y, en menor medida, cuantitativa- de los efectos sociales de los conocimientos transferidos, difundidos o adoptados, pero será problemático determinar el peso relativo de estos factores en relación con otros factores sociales, económicos y culturales que intervinieron en el mismo proceso.

El análisis del impacto como herramienta para detectar la incidencia concreta de la ciencia y la tecnología en las condiciones sociales y la calidad de vida de la población es una labor en pleno desarrollo en los estudios de política científica y tecnológica. De modo similar a lo que fuera afirmado con respecto al conocimiento social de la ciencia y la tecnología, se puede concebir la existencia de una “caja negra” de la sociedad, dentro de la cual no siempre es sencillo rastrear la dinámica de producción, circulación y aplicación del conocimiento. Para el estudio de las múltiples variables que intervienen en estos procesos es necesario poner en práctica herramientas metodológicas y conceptuales capaces de captar las dimensiones complejas que se juegan dentro de esa “caja negra”, a la que es necesario acceder si se desea conocer el rol de la ciencia y la tecnología en el cambio social. En este sentido, deberá considerarse la posibilidad de abordar nuevos modelos de análisis y evaluación en los cuales los expertos en el campo del conocimiento y los expertos en el campo social trabajen en forma interactiva y, a su vez, habiliten la participación de los propios actores sociales en este proceso.

El propósito de un programa de exploración como el que se propone es el de reconocer un territorio cuyo dominio permitiría fortalecer el desarrollo de políticas que permitan orientar la transferencia de conocimientos y productos científicos y tecnológicos en dirección a una problemática de interés social.

93

## Bibliografía

ALBORNOZ, M., ESTÉBANEZ, M.E., ALFARAZ, C., DANIEL, C., ITZKOVITZ, V., KORSUNSKY, L. y PAPA, J. (2004a): “La era de las redes y su contribución al desarrollo humano”, documento de trabajo N° 7 del proyecto *Impacto social de la ciencia y la tecnología: conceptualización y estrategias para su medición*, mimeo.

\_\_\_\_\_ (2004b): “Las instancias de intermediación entre el sistema científico y la gestión de las políticas sociales desde la perspectiva de los propios actores”, documento de trabajo N° 12 del proyecto *Impacto social de la ciencia y la tecnología: conceptualización y estrategias para su medición*, mimeo.

AMABLE, B., BARRÉ, R. y BOYER, R. (1997): *Les systemes d'innovation a l'ere de la globalisation*, París, Economica.

BELL, D. (1973): *El advenimiento de la sociedad post-industrial*, Madrid, Alianza.

BIJKER, W. (2002): *Of bicycles, bakelites, and bulbs. Toward a theory of sociotechnical change*, Cambridge (Ma.), The MIT Press.

CALLON, M. (1987): "El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis de sociológico", en M. Doménech, y F.J. Tirado (1998): *Sociología simétrica*, Barcelona, Gedisa, pp. 143-170.

CARACOSTAS, P. y MUL DUR, U. (1998): *Society, the endless frontier*, Luxemburgo, European Commission.

CASAS, R. (2001): *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*, Barcelona y México, Anthropos - Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM.

COZZENS, S. y BORTAGARAY, I. (2002): "S&T policy for human development: The logic of outcome indicators", en RICYT: *Indicadores de ciencia y tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002*, Buenos Aires, RICYT, pp. 109-120.

DAVID, P. y FORAY, D. (2002): "Fundamentos económicos de la sociedad del conocimiento", *Comercio Exterior*, vol. 52, N° 5, pp. 472-490.

94

ESTÉBANEZ, M.E. (2003): "Impacto social de la ciencia y la tecnología: estrategias para su análisis", en RICYT: *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos / interamericanos 2002*, Buenos Aires, RICYT, pp. 95-103.

ESTÉBANEZ, M.E. y KORSUNSKY, L. (2004): "Medición de actividades de vinculación y transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos", en RICYT: *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos / interamericanos 2003*, Buenos Aires, RICYT, pp. 83-92.

ETZKOWITZ, H. y LEYDESDORFF, L. (1998): "A Triple Helix of university-industry-government relations", *Industry & Higher Education*, agosto.

FERNÁNDEZ POLCUCH, E. (2000): *La medición del impacto social de la ciencia y tecnología*, tesis de la Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidad Nacional de Quilmes, mimeo.

GARRET-JONES, S. (2000): "University research outcomes. International trends in evaluating university research outcomes. What lessons from Australia?", *Research Evaluation*, Vol. 8, N° 2, agosto, pp. 115-124.

GIBBONS, M., LIMOGES, C., NOWOTNY, H., SCHWARTZMAN, S., SCOTT, P. y TROW, M. (1997): *La nueva producción del conocimiento*, Barcelona, Pomares-Corredor.

LAW, J. (1992): "Notes on the theory of the actor network: ordering, strategy and heterogeneity", publicado por Department of Sociology, Lancaster University, disponible en <http://www.comp.lancs.ac.uk/sociology/papers/Law-Notes-on-ANT.pdf>.

LUNDVALL, B.A. (1992): *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, Londres, Pinter.

MOÑUX CHÉRCOLES, D. (2004): "Evaluación de impacto social de actividades de I+D+i: problemas conceptuales y estrategias metodológicas", ponencia en el taller *Estrategias metodológicas y experiencias recientes de medición del impacto social de la ciencia y la tecnología*, organizado por la RICYT, São Paulo.

OCDE (1997): *Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*. Oslo Manual, OECD.

RICYT (1997, 1998 y 2000): Informes y relatorías de los talleres de impacto social de la ciencia y la tecnología realizados en Mar del Plata, La Cumbre y Buenos Aires. Disponibles en <http://www.ricyt.org>

\_\_\_\_\_ (2001): *Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe. Manual de Bogotá*, Buenos Aires, RICYT.

ROOSEVELT, F.D. (1944): "Carta del presidente Roosevelt", en V. Bush: "Ciencia, la frontera sin fin. Un informe al presidente, julio de 1945", *Redes, Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, N. 14, vol. 7, noviembre de 1999, pp. 89-156.

95

SAREWITZ, D. (1996): *Frontiers of illusion: science, technology, and the politics of progress*, Filadelfia, Temple University Press.

SECYT (2004): *Los argentinos y su visión de la ciencia y la tecnología. Primera Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia*, Buenos Aires, Ministerio de Educación.

TOURAINÉ, A. (1973): *La sociedad post-industrial*, Barcelona, Ariel.

WEISS, C. (1993): "The interaction of the sociological agenda and public policy", en W.J. Wilson (ed.): *Sociology and the public agenda*, Newbury Park, Sage, pp. 23-40.



# La inserción social de la Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)\*

**Sandra N. Brisolla** (sbrisolla@uol.com.br)  
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Brasil

El presente artículo trata la interrelación entre universidad pública y desarrollo tecnológico y económico, analizando el caso de la Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Creada en la década de 1960, la Unicamp fue diseñada atendiendo a los objetivos de una planificación nacional tendiente a la modernización de Brasil, para lo cual se nutrió de docentes e investigadores de alto nivel y centró sus actividades de investigación en áreas estratégicas para el desarrollo del país. Así, la Unicamp estableció exitosos vínculos con grandes empresas estatales de diversos sectores, mientras respondía a las necesidades sociales de su región de origen. El artículo repasa estos procesos a lo largo de las décadas de 1970, 1980 y 1990, y argumenta que las posibilidades de éxito de iniciativas como las de la Unicamp dependen de la coordinación a nivel nacional de políticas que puedan orientar la oferta académica hacia la demanda de I+D en las grandes empresas, así como hacia la reducción de la deuda social acumulada en el país.

**Palabras clave:** transferencia de tecnología, educación superior, vinculación universidad-empresa, impacto social.

97

*This article deals with the interrelation between public university and technological and economic development, analyzing the case of the Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Created in the middle of the 1960's, Unicamp was designed to meet the goals of a national plan aimed at achieving Brazil's modernization. With that end, it contracted high level professors and researchers, and focused its research activities on areas considered as strategic for the country's development. So, Unicamp established successful links with big state firms from various sectors, whereas it addressed the social needs of its region. The article reviews these processes along the decades of 1970, 1980 and 1990, and argues that the possibilities of success of initiatives such as Unicamp depend on the coordination at the national level of policies aimed at orienting the academic supply toward the demand of R&D of the big firms, as well as toward social investments.*

**Key words:** technology transfer, higher education, university-industry-government relationships.

\* Este trabajo constituye una versión más elaborada de la contribución de la autora para la confección del documento relativo a la Unicamp presentado en el "Primer Seminario Internacional del Proyecto Alfa Plan GIES, de Planificación y Gestión de las Instituciones de Educación Superior: relación de la Universidad con el entorno social para la promoción del desarrollo regional sustentable", realizado entre el 19 y el 23 de abril de 2004 en la Unicamp. Algunas informaciones fueron agregadas por integrantes del equipo local del Proyecto, que cuenta con la participación de ocho universidades de Europa y de América Latina y es coordinado por el Prof. Newton A. P. Bryan, de la Unicamp. Versión original en portugués. Traducido por Carmelo Polino.

## 1. Introducción

Este trabajo discute, a través del estudio de caso de la Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), el suceso del programa de interacción entre la universidad pública brasileña y el desarrollo tecnológico, económico y social, en un marco de estrecha colaboración entre las políticas educacional, científica e industrial, como fruto de una planificación gubernamental que apuntaba hacia el logro de un salto tecnológico capaz de modernizar la economía del país, a finales de los años sesenta y durante a década de los setenta.

El compromiso de integrar la investigación a la docencia, que es “letra muerta” en los estatutos de muchas universidades, fue asumido como un desafío por la Unicamp. La universidad se estructura a partir de la Facultad de Medicina, que prestaba servicios de salud en un hospital en el centro de la ciudad desde hacía varios años. Fundada en 1966, su implantación partió de un proyecto orientado a lograr su inserción en la estructura social y económica regional. Ya desde el comienzo pudo contar con la contratación de cerca de cien físicos (además de otros científicos) reclutados tanto en otras universidades del país y del exterior como entre los postgraduados de universidades norteamericanas (algunos de ellos con experiencia de trabajo en el laboratorio de tecnologías de telecomunicaciones de la empresa Bell) y europeas. Esto fue posible debido a la existencia de una política científica concomitante de formación de personal de alto nivel en el exterior, con vistas a conformar un programa de capacitación interna.

98

La iniciativa de creación de la universidad en estrecha vinculación con las actividades económicas y sociales hubiera sido de corto aliento si ese hecho no hubiese sido parte de un proyecto más amplio, en que se conjugaron la política científica -que estableció nuevos objetivos para la política educacional-, la política tecnológica de protección a las tecnologías generadas internamente, y la política industrial de incentivos a los sectores de telecomunicaciones, petróleo, energía, informática y agroindustria, entre otros.

Así, en los años setenta se iniciaron los programas de postgrado, estrechamente vinculados a los grandes proyectos de investigación y desarrollo (I+D) financiados por agencias del gobierno federal o grandes empresas estatales. Se creó un generoso programa de becas de maestría y doctorado, que fue responsable de la constitución de un amplio sistema de cursos de postgrado *stricto sensu*, esencial para la formación de una masa crítica en sectores científicos con perspectiva tecnológica. De esa experiencia resultó una ampliación de la participación porcentual del número de estudiantes de postgrado, que a fines de la década de los ochenta ya constituían el 40% del conjunto de alumnos de la Unicamp y el 25% de los alumnos de la Universidade de São Paulo (USP). Los estudiantes de postgrado de la USP, no obstante, eran más numerosos, ya que el número de estudiantes de esta universidad es más de cuatro veces superior que el de la Unicamp.

Que el Programa Nacional de Postgraduación era parte de la política científica y tecnológica se hace evidente por la composición de las áreas de los cursos de

maestría y doctorado (ver tabla 1), con predominio de las llamadas “ciencias duras” (ciencias de la naturaleza y ciencias de la vida) sobre las “ciencias blandas” (ciencias humanas y sociales). Esos programas, creados en las primeras dos décadas, resultaron en una amplia participación de los sectores de ciencias exactas, tecnológicas y biológicas en el conjunto de los investigadores (ver tabla 2), o sea, de aquellos de quienes se esperaba que dieran un retorno a corto o mediano plazo en términos del desarrollo tecnológico del país, con impacto en el desarrollo económico y social. Esa composición seguía de cerca la que se verificaba en los institutos públicos de investigación, más antiguos que las universidades, algunos con más de cien años de vida, todos surgidos de necesidades concretas de las actividades económicas y sociales, centrados principalmente en las áreas agrícola y de la salud.

Cabe mencionar que el porcentaje de los cursos por área del conocimiento de los programas de postgrado moldeó la composición por género de los investigadores brasileños: cerca de dos tercios de los docentes de postgrado eran hombres, mientras que las mujeres están aumentando su participación más recientemente (el contingente femenino entre los docentes de postgrado creció un 31% entre 1998 y 2002, mientras que los profesores hombres crecieron en un 13%. Ver tabla 3).

Se verifica, por lo tanto, la tendencia al aumento de la cantidad de mujeres a lo largo del tiempo a través de la composición por sexo de los investigadores por grupos de edad (ver tabla 4). A pesar de que los docentes de las áreas humanas y sociales de postgrado son también predominantemente hombres (54% del total), la presencia femenina es bastante más elevada que en las ciencias duras (69% de hombres; ver tabla 5), lo cual se explica porque la composición por áreas del Programa Nacional de Postgraduación, vinculado a la política científica y tecnológica del país, estuvo íntimamente relacionado con la composición por género del postgrado y se diferenció en relación con los cursos de grado en el país, entre los cuales predominan los orientados a las ciencias humanas y sociales.

En el caso de la Unicamp, desde el inicio, las carreras de nivel superior estuvieron centradas en las áreas de ciencias exactas, biológicas y tecnológicas, lo que favoreció la adecuación a la composición por áreas del postgrado, que surgió prácticamente al mismo tiempo que se implantaban los cursos universitarios. Eso no impidió, no obstante, la instalación de carreras de ciencias humanas y sociales y de artes, generalmente introduciendo novedades en relación con las currícula tradicionales. Vale mencionar el papel contradictorio que la Unicamp tuvo durante el régimen militar, al atraer para la formación de institutos y facultades de ciencias humanas, ciencias sociales y artes a buena parte del personal de la USP que había sido expulsado de esa universidad por motivos políticos, a finales de los años sesenta e inicios de los setenta. Esa herencia tendrá luego gran importancia para el enfrentamiento de las necesidades de organización de la sociedad brasileña a partir del proceso de redemocratización, después de 1985. Otro factor responsable por la existencia de una conciencia social de los docentes de las áreas “duras” fue el programa de repatriación de cerebros emprendido por el gobierno militar en los años setenta, para traer de vuelta científicos reconocidos para los programas de desarrollo tecnológico en el país. Algunos de ellos vinieron a la Unicamp, donde había la

expectativa de que fueran creados nuevos departamentos bajo su liderazgo.

Algunas oportunidades tecnológicas que se presentaron en el país en ese momento pudieron ser aprovechadas por las universidades, a través del desarrollo de líneas de investigación que fueron abriendo espacios a nuevas inversiones, en el sentido de la creación de una autonomía tecnológica que trajera consigo la economía de divisas. De la misma forma, se dio el desarrollo de sistemas de telecomunicaciones digitales, con el desarrollo de tecnologías relacionadas con la producción de fibras ópticas y láseres semiconductores.

La relevancia económica y social de la universidad brasileña ya se había evidenciado en otras ocasiones, como en el proceso de urbanización que acompañó la formación del estado brasileño, con la llamada “universidad de los bachilleres”.<sup>1</sup> Durante la conformación y el progresivo aumento de la complejidad de las ciudades a partir de las necesidades dictadas por la producción y comercialización del café, sobre todo en el estado de São Paulo, la fundación de la Universidade de São Paulo vino a responder a la demanda de personal necesario para organizar a los servicios sociales, en los años treinta del siglo pasado. Por otro lado, en la intensificación del proceso de industrialización, con la constitución del sector productor de bienes de capital a partir de los años cincuenta, la universidad brasileña es convocada para formar los administradores necesarios para el trabajo de gerenciamiento de la producción (que pasa a profesionalizarse). También fue preciso preparar a los ingenieros necesarios para el montaje de un parque industrial con cierto grado de complejidad tecnológica.

100

Es importante señalar que la Unicamp tuvo un éxito inicial muy significativo, principalmente debido a la existencia de un contexto económico extremadamente favorable a nivel nacional, pues el período 1967-73 fue conocido como los años del “milagro económico”, cuando el PBI del país creció a una media anual del 10% y la producción industrial a más del 15%. Esa situación de desahogo de recursos, que coincidió con el proceso progresivo de endeudamiento del país y que prosiguió durante toda a década de los setenta, permitió que los esfuerzos de la universidad encontraran una demanda de personal y de investigación para cumplir con los programas de promoción de la construcción de una base tecnológica nacional, impulsada por algunos sectores nacionalistas del gobierno militar.

Como reflejo del suceso de esa política, la empresa estatal de telecomunicaciones Telebrás instaló a mediados de la década de los setenta en los alrededores del Campus de la Unicamp un gran centro de investigación y desarrollo: el Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CPqD), que trabaja hasta hoy en estrecha colaboración con la universidad. A comienzos de la década de los ochenta, la Secretaría Especial de Informática instaló en la ciudad de Campinas, no lejos de la Unicamp, el Centro Tecnológico para a Informática (CTI), hoy llamado Centro de

<sup>1</sup> Este fenómeno fue común a varios países latinoamericanos. La Universidad de Andrés Bello, en Chile, fue pionera en ese proceso de formación de cuadros para la conformación de los estados nacionales en América Latina.

Pesquisas Renato Archer (Cenpra). Estas y otras iniciativas condujeron a la tentativa de creación de un polo de alta tecnología en el municipio, hoy aún en fase de implantación, en un marco de cooperación de la Unicamp con la municipalidad de Campinas, ciudad que en menos de treinta años más que triplicó su población (de 300 mil habitantes a mediados de los años setenta pasó a un millón en la actualidad).

Fue así que la investigación académica fue premiada con recursos generosos de la Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) del Ministério da Ciência e Tecnologia, que financiaron buena parte de la investigación conjunta de la universidad con Telebrás y la instalación de una fábrica de fibras ópticas en el municipio de Campinas, por iniciativa de uno de los físicos de la Unicamp, y una fábrica de encapsulamiento de láser de semiconductores, también orientada hacia las telecomunicaciones, empresa de otro profesor de física de la universidad.<sup>2</sup>

Se destacan, en este sentido, estos dos proyectos del Instituto de Física, que tienen historias diferenciadas, con impactos también diversos para la universidad y para el desarrollo del país. En el caso del proyecto de producción de fibra óptica para telecomunicaciones, su historia se inicia con el primer desarrollo de fibra óptica, ocurrido en 1971 en los laboratorios de Corning, Estados Unidos. En 1975 la tecnología aún no había sido totalmente dominada y recién en 1978 Corning y ATT hicieron el primer test. En 1975 se inició, por un convenio con Telebrás, el proyecto para la producción de fibra óptica en Brasil, en la Unicamp, y fue creado un equipo que se dedicó al desarrollo de esa tecnología. En 1978 se consiguió producir la fibra óptica en la universidad, a nivel de planta piloto. En seguida se transfirió la tecnología al CPqD de Telebrás, para que realizara los perfeccionamientos necesarios. En 1981 la tecnología de la fibra fue transferida a la empresa ABC-X-Tal, que en 1984 comenzó a producir fibras ópticas para el mercado nacional. Este proyecto involucró a varios docentes y capacitó recursos humanos tanto para la propia universidad como para Telebrás y el sector empresarial. Asimismo, permitió la modernización de las telecomunicaciones del país, que pasó a utilizar fibra óptica en sustitución de los cables de cobre, con numerosas ventajas.

El proyecto de fibra óptica se desarrolló simultáneamente al de producción de láser de semiconductores; juntos representaron un gran salto tecnológico en las telecomunicaciones de Brasil. El proyecto de producción de láser de semiconductores se inició en 1973 y se desarrolló a través de un convenio con Telebrás. En 1979 se llegó en la Unicamp al primer prototipo de láser de arsenuro de galio, que funcionaba a temperatura ambiente. En 1981 se obtuvo el láser de fosfato de indio. Como ya se había conseguido producir también fibra óptica, en ese mismo año fue posible realizar con éxito una experiencia piloto, llevada a cabo por los investigadores de la Unicamp, entre dos ciudades del estado de Rio de Janeiro. Se estaba usando la tecnología más avanzada disponible en el mundo para el sector de telecomunicación del país. La investigación continuó y la tecnología de fabricación del láser y de los demás componentes opto-electrónicos fue dominada en la

<sup>2</sup> Ver Brisolla y Guedes Pinto (1995).

Unicamp. Se realizó la transferencia tecnológica hacia el CPqD de Telebrás para el desarrollo de prototipos. El traspaso a la industria hasta hoy no tiene el éxito que se esperaba, y lo que se hace es importar el láser y encapsularlo en Asga, empresa creada a iniciativa de un docente de física de la Unicamp, que desarrolló la tecnología junto a Telebrás.

Al mismo tiempo en que se desarrollaban tecnologías de punta, el país vivía, a finales de los años setenta, una crisis institucional, económica y social que afectaba directamente a la universidad. El endeudamiento externo, que financió parte de ese esfuerzo de investigación, fue responsable del corto aliento de ese proceso de acople entre la comunidad académica y la modernización industrial en los sectores de más alta tecnología. Se sigue un período de gran ebullición política en el que la universidad se institucionaliza con participación de toda la comunidad académica. Es un momento en el que se adquiere conciencia de la misión que le cabe a la institución en las transformaciones en curso en el país.

El argumento central desarrollado en este trabajo apunta a demostrar que iniciativas de esa envergadura tienen su probabilidad de éxito directamente derivadas de la coordinación a nivel nacional de esas políticas, que hizo, en el caso brasileño, que coincidieran la oferta de personal con maestrías y doctorados y de centros productores de ciencia en la frontera del conocimiento, con la demanda planteada por la política del gobierno con énfasis en la creación de centros de investigación y desarrollo (I+D) en las empresas estatales de las áreas consideradas prioritarias. Por otro lado, el impacto social de la universidad se ve favorecido por coyunturas particulares que se producen en la ocasión de la vuelta al gobierno democrático.

102

## **2. El proyecto de la Universidade Estadual de Campinas**

La Unicamp fue creada en la segunda mitad de los años sesenta, en un momento de inflexión del modelo de desarrollo del país, al agotarse el esquema de crecimiento apoyado en la sustitución de importaciones de bienes de consumo. El proyecto de universidad, largamente debatido desde el final de los años cuarenta por diversos intereses profesionales y políticos de la región de Campinas, del estado de São Paulo y del Conselho Estadual de Ensino Superior (CEES), se cristalizó finalmente con una fisonomía particular en el escenario nacional: se vinculaba al desarrollo de una capacidad de investigación científica y tecnológica que, aliada a otras iniciativas, permitiría a Brasil incorporarse de manera más dinámica al sistema económico internacional. De esta forma, el peso que desde el inicio tuvo la actividad de investigación y docencia de postgrado, así como la vinculación de la Unicamp con el sector productivo, no fueron un resultado fortuito, sino un objetivo especialmente buscado por la filosofía que orientó su creación.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> El documento de creación de la Unicamp mencionaba la intención de invitar a los ingenieros y científicos de la industria de la región a dar clases en la universidad.

El hecho de que la universidad haya sido el resultado de un proyecto y no de la simple agregación de unidades aisladas, como ocurrió con otras instituciones académicas, le dio una forma particular, que aseguró, en buena medida, el cumplimiento de los objetivos trazados, principalmente por ser parte de un planeamiento más general, integrando políticas sectoriales en el área económica y científica. El mismo factor ya había sido responsable del éxito en la implantación de la Universidade de São Paulo en 1934, cuando fueron traídos profesores franceses, alemanes, italianos, ingleses y norteamericanos, entre otros, que compusieron el programa de las diferentes carreras, asegurando la calidad de la educación superior y de la investigación.

La Unicamp nació del propósito del gobierno de São Paulo de instalar en el interior del estado una nueva universidad que fuese una gran escuela de educación superior y, al mismo tiempo, un pujante centro de investigaciones. Cuando se trató de escoger quién la organizaría, el gobierno encontró en Zeferino Vaz la persona indicada. Habiendo sido interventor en la Universidade de Brasília (UnB),<sup>4</sup> Zeferino Vaz gozaba de la confianza del gobierno militar, al mismo tiempo que trajo a la nueva universidad la experiencia de integración de la investigación a la docencia y la valorización de la dedicación integral del cuerpo de profesores. Introdujo, asimismo, las nuevas reglas que serían consagradas por la reforma universitaria dos años después (1968), cuando se extinguió la cátedra vitalicia y se organizó la estructura de la universidad brasileña en torno a los departamentos, que conforman institutos de ciencias básicas y facultades de formación profesional.

Habiendo sido alumno de la Facultad de Medicina de la USP, Zeferino Vaz absorbió la filosofía impuesta a esa unidad académica, durante su constitución en los años veinte, por la Fundación Rockefeller, que exigió, como contrapartida a los recursos otorgados a la institución, la integración de la investigación a la docencia y la contratación de docentes de tiempo completo para asegurar el primer objetivo.<sup>5</sup> Al aceptar la misión, Zeferino Vaz pidió carta blanca para contratar cuantos investigadores fueran necesarios para el proyecto, tanto en Brasil como en el exterior. De esta manera, aún antes de la construcción de los primeros predios, atrajo hacia las inmediaciones del campus a cerca de doscientos investigadores extranjeros y otros ciento ochenta que, como él mismo (Zeferino Vaz fue director de la Facultad de Medicina de la USP en Ribeirão Preto),<sup>6</sup> aceptaron cambiar sus instituciones de origen por la nueva universidad que nacía en un distrito de Campinas, Barão

103

<sup>4</sup> La UnB fue una experiencia pionera ideada en la época del presidente Juscelino Kubischek de Oliveira, bajo cuyo gobierno se construyó Brasília, la nueva capital, en la segunda mitad de los años cincuenta. El proyecto respondía a los anhelos de la comunidad académica, en respuesta a los movimientos en favor de una reforma universitaria, y fue abortado por el golpe militar de 1964, con la dimisión de buena parte de sus profesores.

<sup>5</sup> Ver Marinho (2001) con respecto a la influencia de la Fundación Rockefeller en la formación de la Facultad de Medicina y Cirugía de São Paulo, hoy Facultad de Medicina de la USP, que se diseminó posteriormente por toda la universidad.

<sup>6</sup> Ciudad del interior del estado de São Paulo, sede de algunas unidades de la USP, principalmente una Facultad de Medicina.

Geraldo, sobre terrenos donados al estado por la familia Almeida Prado, propietaria de la tierra.<sup>7</sup>

El proyecto de instalación de la Unicamp vino a responder a la demanda creciente de personal calificado en una región de Brasil, el estado de São Paulo, que ya en los años sesenta detentaba el 40% de la capacidad industrial del país y el 24% de su población activa.

El sistema de educación superior brasileño estuvo desde el comienzo orientado a la formación de profesionales liberales solicitados por el proceso de urbanización, tales como abogados, médicos e ingenieros civiles. En los años sesenta se necesitaba una universidad que diera un énfasis especial a la investigación tecnológica y mantuviese, desde el comienzo, un fuerte vínculo con el sector productivo, sin abandonar la misión social anterior

La implantación de empresas estatales en un sector industrial de base, como el siderúrgico, o bien en el energético y el de telecomunicaciones, presentó una demanda de personal de nivel superior para cubrir los cargos en esas empresas y en centros de investigación de excelencia, de modo de permitir la absorción de nuevas tecnologías desarrolladas internacionalmente. En ese contexto, la Unicamp surgió con el compromiso social de responder a las necesidades de desarrollo científico y tecnológico, a fin de enfrentar los crecientes desafíos que las nuevas tecnologías representan para los países “en desarrollo”. Naturalmente, la respuesta a esa demanda siempre estuvo relacionada con las posibilidades reales dictadas por la inestabilidad económica y política del país desde mediados de los años sesenta. La investigación se centró en el láser, en la aplicación de fibras ópticas para telecomunicaciones y en el área de computación, con lo cual se abrió el espacio para cursos de Ingeniería Eléctrica y Mecánica, además de introducirse el curso de Tecnología de Alimentos, pionero en América Latina. Es importante destacar que la ciudad de Campinas abrigaba instituciones de investigación pioneras en el país, como el Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), reconocido nacionalmente por la experimentación con algodón, café y otros productos agrícolas, responsable por el aumento de la productividad del sector y por la producción de semillas mejoradas. Además del IAC, están también en Campinas el Instituto de Tecnología de Alimentos (ITAL) y cinco unidades de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que actúan en investigación conjunta con la Unicamp.

El Instituto de Física fue la unidad que más creció durante la implantación de la universidad, y algunos de sus docentes fueron escogidos entre brasileños y extranjeros que habían trabajado en tecnologías de telecomunicaciones en los laboratorios de Bell de Estados Unidos.

<sup>7</sup> Que de esa forma se veía favorecida por la valorización de todos sus terrenos adyacentes, que pasaron de ser rurales a ser urbanos. Cuatro o más propietarios rurales disputaron ese privilegio en Campinas.

### 3. La Unicamp después de la apertura política

A partir de los años ochenta, no obstante, las condiciones económicas del país se vieron perjudicadas por la crisis de la deuda externa, contraída a tasas de interés bajas -a veces negativas- pero flexibles. Con los shocks del petróleo de 1973, y principalmente el de 1979, la capacidad de endeudamiento se vio perjudicada, los intereses subieron mucho y los bancos negaron crédito a los países en desarrollo. El proyecto nacional se vio comprometido. El único saldo positivo fue el proceso de redemocratización, con el recrudescimiento de las manifestaciones a partir de 1975, la quiebra económica y la desmoralización del gobierno militar, que culminó con la amnistía en 1985 y el establecimiento de un gobierno civil.

El cambio de la estructura organizativa de la universidad trae un proceso de democratización interna y un cambio en la política del rectorado. Se invierte de manera significativa en el área médica, con la obtención de recursos del gobierno del estado de São Paulo (también democrático en ese entonces) y con financiamiento externo, lo que permite la construcción en el campus universitario de un hospital de clínicas con nivel de excelencia, además de otros dos hospitales. La atención gratuita en los tres hospitales es, hasta hoy, el mayor servicio que la universidad presta a la población de toda la región de Campinas.

A partir de 1985, la participación de docentes de la universidad entre los cuadros técnicos de los ministerios tuvo un reflejo interno que se materializó en la creación de núcleos y centros de investigación volcados a la discusión y elaboración de políticas públicas en las áreas de salud y educación, demografía, el área sindical, de energía, ecológica, además de los centros de ingeniería biomédica. De forma paralela, fueron impulsaron iniciativas de apoyo a la educación permanente de profesores de enseñanza primaria y secundaria, de educación física en escuelas municipales y del estado de São Paulo, con ocupación de los alumnos en períodos fuera de las clases. Asimismo, se brindó apoyo a comunidades carecientes del municipio, con la creación de microempresas y la organización de grupos sociales para el aprovechamiento de residuos domiciliarios, entre otras cosas.

Con la liberalización económica iniciada en 1989, e intensificada en los años siguientes, incluyendo la privatización (y desnacionalización, en la mayoría de los casos) de los sectores siderúrgico, de telecomunicaciones, de petróleo, de energía eléctrica, de aeronáutica y de informática, la interacción de la universidad con la industria resultó en parte perjudicada, y la continuidad e intensificación de ese proceso fue imposibilitada por el estancamiento económico que redujo sustancialmente las tasas de inversión en el país en las últimas décadas.

A partir de los años noventa, la política económica se sometió a las reglas dictadas por los acreedores avalados por el FMI, y la apertura comercial minó las bases de la coordinación entre el esfuerzo de investigación y la formación de personal de alto nivel por parte de las universidades de excelencia, y la absorción de tecnologías y de investigadores por parte de las empresas públicas. Varias de esas empresas fueron privatizadas y sus objetivos transformados en favor de la compra de tecnologías

externas y pequeñas adaptaciones, papel al que se vio restringida la I+D, antes más ambiciosa. Los proyectos sociales se vieron en gran medida perjudicados por el estancamiento económico y principalmente por las restricciones impuestas al presupuesto del estado brasileño para el pago de los intereses de la deuda externa.

Desde entonces, la Unicamp intenta recuperar los logros obtenidos por la interacción con las empresas estatales, a través de convenios con empresas privadas y con sectores gubernamentales. No obstante, son insignificantes los recursos que se obtienen para investigación conjunta con empresas privadas en el país. Además, con la crisis y el cambio de paradigma difundido por la globalización, se redujeron las instalaciones de I+D de las grandes empresas -como en el caso de IBM y Rhodia (nombre local de la Rhône Poulenc francesa), entre otras, en la región de Campinas.

Queda claro, por lo tanto, que el alcance de las políticas de interacción, que apuntan a ampliar el impacto social y económico de la producción científica y tecnológica y de la formación de personal de alto nivel, sólo se materializa en condiciones que aseguran que esa oferta se encuentre con una demanda situada en el mismo nivel. La historia de los últimos años demuestra que las tentativas institucionales de la universidad, en el sentido de promover una mayor interacción con las empresas y la sociedad, han tropezado con la fragilidad de la demanda de las empresas, cuya inversión se ve comprometida por la situación económica y financiera (altas tasas de interés para atraer capitales externos para poder pagar la deuda, aliada a la baja inversión estatal en infraestructura para transportar la producción a los centros urbanos y a los puertos de exportación, entre otras necesidades). Esto se refleja directamente en la incapacidad del país para realizar lo que fue esencial para Estados Unidos y Alemania en la Segunda Revolución Industrial: la creación de una estructura de I+D en las empresas industriales que las capacitara para innovar constantemente, como forma de mantenerse competitivas en un mundo globalizado.<sup>8</sup> Las carencias de la industria brasileña en ese sentido pueden ser apreciadas por la escasa participación de personal de I+D en las empresas industriales que introdujeron innovaciones, de poco más de 40 mil personas en el año 2000, la mitad con nivel superior y menos de 3 mil con postgrado (ver tabla 6), en un país que forma anualmente 8 mil doctores y casi 30 mil magísteres.<sup>9</sup>

Luego de casi un cuarto de siglo de estancamiento, sólo algunos sectores parecen estar recuperándose, y generalmente se trata de aquellos con bajo contenido tecnológico y que agregan poco valor, con raras excepciones, como en el caso de la producción de softwares, para el cual está en marcha una política nacional de incentivos que revela un éxito inicial promisorio.

<sup>8</sup> Con respecto a ese proceso en Estados Unidos y a la importancia de los ingenieros en su implementación, ver Noble (1982).

<sup>9</sup> Ver Castro (2004), basada en datos de la Capes/MEC.

La deuda social, por otro lado, sigue siendo un obstáculo para la plena democratización y el desarrollo social, toda vez que los programas volcados a su rescate se han visto sistemáticamente perjudicados por las bajas tasas de crecimiento económico y por los problemas financieros de sucesivos gobiernos, incluyendo al actual, cuya propuesta principal es enfrentar la miseria y el hambre y redistribuir el ingreso.

#### **4. El actual contexto sociopolítico y económico**

No se debe menospreciar el impacto de la redemocratización en la vida académica en el país. En el caso de la Unicamp esto significó la posibilidad de institucionalización de la universidad y la conquista de la autonomía financiera. Esas dos victorias democráticas, que resultaron del amplio debate interno y del apoyo del gobierno del estado de São Paulo, transformaron la gestión y descentralizaron la administración de la universidad a mediados de la década de 1980.

Los objetivos definidos en los estatutos de la Unicamp establecen básicamente la posición de asumir la educación para la formación de profesionales y de docentes de nivel medio y superior, además de personas dedicadas a los campos del arte y la cultura. También incluyen la promoción y el estímulo a la investigación científica y tecnológica y la producción de pensamiento original en el campo de la ciencia, la tecnología, el arte, las letras y la filosofía.

Como la universidad se mantiene con recursos del estado y, por lo tanto, de la comunidad, es natural que asuma también el compromiso de estudiar los problemas socioeconómicos del país y presentar propuestas de solución para ellos, bajo la inspiración de principios democráticos. La institucionalización de la universidad, que acompaña la redemocratización del país, introduce nuevas prácticas administrativas y los nuevos rectores organizan seminarios internacionales para discutir los problemas políticos, sociales y culturales, además de aquellos directamente relacionados con las actividades académicas de investigación y docencia. De esta forma se trató de desarrollar en la comunidad universitaria una conciencia crítica basada en valores como la solidaridad y el interés por el bienestar social, imprescindible para que la universidad desarrolle el papel de vanguardia política y presente soluciones de calidad para las transformaciones necesarias en un país con tantos problemas sociales como los de Brasil.

En el campo de la educación se trató de actualizar los currículos e implantar nuevos programas de grado y postgrado más relacionados con los objetivos generales propuestos. En ese sentido, se crearon algunos programas como la Maestría en Ingeniería de Petróleo, en respuesta a la demanda de la empresa estatal petrolera Petrobrás. También fue creada una Maestría en Calidad,<sup>10</sup> junto al Instituto

<sup>10</sup> Por iniciativa de docentes de la universidad como Manuel Folledo, profesor argentino de estadística en la Unicamp, ya fallecido.

de Matemática, Estadística y Ciencias de la Computación (IMECC), para atender la demanda de profesionales de la industria regional para adaptarla a las nuevas tecnologías organizacionales. Asimismo, fue en la Unicamp donde se inició el primer curso de Música Popular Brasileña de nivel universitario del país, que funciona junto al de música clásica, en el Instituto de Artes, además del curso de danza contemporánea, que incluye también danzas folclóricas nacionales. Otra contrapartida se da en la forma de cursos y servicios puestos a disposición de la comunidad, incluyendo la producción técnica, cultural y los resultados de investigaciones realizadas en su interior.

Como forma de impulsar la investigación más allá de los objetivos inmediatos de la academia y de estimular la investigación multidisciplinaria, los centros y núcleos de investigación, atendiendo a la demanda de profesores interesados en determinadas temáticas relevantes y también a necesidades del país, como ya fuera señalado. En ese contexto, se creó el Centro de Tecnología que, además de contribuir a la investigación científica y tecnológica dentro y fuera de la Unicamp, presta servicios a la industria nacional, sobre todo a la pequeña y a la mediana empresa, constituyéndose en un centro de perfeccionamiento de ingenieros, técnicos y estudiantes de la Unicamp. Fue el Núcleo de Política Científica e Tecnológica de la Unicamp el que inició los trabajos sobre estudios sociales de la ciencia en la universidad, que dieron origen al departamento con el mismo nombre, con sede en el Instituto de Geociências. Después de la creación del departamento, el núcleo se dedicó principalmente al estudio de indicadores de ciencia y tecnología. Junto con el Instituto de Economía funcionan también el Núcleo de Políticas Públicas y el Núcleo de Estudos da População, que realizan estudios relevantes para la planificación del estado brasileño en las áreas sociales, asesorando directamente a los ministerios sectoriales respectivos.

108

Además de la creación de núcleos y centros para completar el trabajo de las unidades académicas con la investigación interdisciplinaria, hubo gran preocupación por mantener la actividad académica lo más próxima posible de la frontera del conocimiento. Cuando fue creada la Unicamp se realizó un gran esfuerzo para atraer cerebros privilegiados.<sup>11</sup> Al mismo tiempo se procuró equiparla con lo más avanzado que existía en la época, particularmente en algunas áreas. No obstante, a partir de mediados de los años setenta e inicios de los ochenta las contrataciones habían sido muy restringidas y los recursos para gasto e inversión se vieron comprometidos.

Así, se realizaron nuevos esfuerzos con el objetivo de reequipar los laboratorios existentes y montar los que se fueron haciendo necesarios. A partir de 1985 se efectivizaron grandes inversiones para la compra de equipamientos médico-hospitalarios. Se buscaba equipar principalmente las unidades ligadas a las áreas de las ciencias biológicas y la salud, entre las cuales se destaca la Faculdade de Ciências Médicas y el Hospital das Clínicas (HC). Junto con el Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher (CAISM) y del Centro de Controle do Câncer

<sup>11</sup> El rector que la organizó decía que "la universidad se construye con cerebros, cerebros y cerebros".

Gincológico e Mamário (CECAM), el HC de la Unicamp constituye un centro de asistencia médica para toda la población de la macro-región de Campinas. Además de los centros mencionados, existe también el Centro de Assistência à Saúde da Comunidade (CECOM) de la Unicamp, que presta servicios médicos y odontológicos exclusivamente a los docentes, funcionarios y alumnos de la universidad.

Entre las iniciativas más relevantes para la renovación de la capacidad de investigación de la Unicamp se cuentan:

- el proyecto Eximbank I, que se extendió entre 1985 y 1989<sup>12</sup> y consistió en un contrato entre el gobierno del estado de São Paulo y el Eximbank. Significó para la Unicamp un financiamiento de 3 millones de dólares para la adquisición de equipamientos importados; la contrapartida fue de igual valor, siendo de responsabilidad del gobierno del estado de São Paulo.

- el Protocolo Franco-Brasileño, ejecutado entre 1985 y 1987, constó de un contrato entre el gobierno del estado de São Paulo y la República de Francia, cuyo valor fue de 8,6 millones de francos franceses (equivalente a 1,2 millones de dólares), también para equipamientos médico-hospitalarios. La contrapartida fue de igual valor. A partir de 1986 disminuyó el énfasis en los equipamientos hospitalarios. Los financiamientos siguientes se dirigieron principalmente a otras áreas de la universidad.

- entre 1986 y 1992 la Unicamp fue beneficiaria de un contrato celebrado entre la Secretaria de Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento Económico del estado de São Paulo, Hungría y la República Democrática Alemana (RDA), dotado de recursos en el orden de los 2,8 millones de dólares venidos de Hungría, más 6,7 millones de dólares de la RDA.

- hubo también un convenio entre la RDA, el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) y la Secretaria de Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento del estado de São Paulo por un valor de 3,9 millones de dólares. Ese financiamiento estaba destinado a la adquisición de equipamientos y no exigió contrapartida.

- el proyecto Eximbank II, realizado entre 1989 y 1991, fue el mayor de todos, por valor de 24,5 millones de dólares. Benefició a casi todas las unidades de la Unicamp y fue totalmente utilizado para la compra de equipamiento norteamericano. Incluyó también equipamientos para informática y permitió adquirir 113 estaciones de trabajo.<sup>13</sup>

En 2003, a 37 años de su creación, la Unicamp contaba con 13.777 alumnos regulares de grado y 9.342 alumnos de postgrado stricto sensu (maestría y doctorado), que representaban 40% del total, además de 663 alumnos de

<sup>12</sup> Ese período incluyó el último año de la gestión del médico ginecólogo José Aristodemo Pinotti, que tuvo la iniciativa de fundar en la Unicamp el CAISM, experiencia piloto de su propuesta de creación de un Hospital de la Mujer en el estado de São Paulo, y los cuatro años de la gestión del economista Paulo Renato de Souza que, además de obtener recursos en el exterior para actualizar los equipamientos de la universidad, promovió seminarios internacionales para discutir los rumbos del país.

<sup>13</sup> Datos proporcionados por Laura Corrêa Guarnieri, responsable en esa época de la Coordenadoria Geral de Planejamento da Universidade (CGPU).

especialización. La mayoría de los graduandos provenían del estado de São Paulo, y había cincuenta alumnos extranjeros. En el postgrado, entretanto, una parcela importante procedía de los demás estados brasileños, y había 400 alumnos extranjeros, principalmente peruanos, colombianos, argentinos, cubanos y chilenos, en ese orden, que constituían casi el 70% del total. De los 2.025 estudiantes universitarios formados en el grado en 2003, sólo el 27,6% provenían de las áreas de ciencias humanas y artes, mientras que de los 2.040 egresados del postgrado lo eran el 27,8%. Eso significa que más de dos tercios de los alumnos se forman en las ciencias biomédicas, exactas y en las ingenierías, tanto en las carreras profesionales como en las maestrías y doctorados. El cuerpo académico incluía, en 2003, 1.688 docentes de la carrera del magisterio superior y 362 de otras carreras (contratados de forma precaria).

Los estudiantes de grado, maestría y doctorado no pagan aranceles, en tanto la universidad es mantenida por el gobierno del estado de São Paulo. Más de la mitad de los alumnos de postgrado cuentan con becas de las agencias de fomento a la investigación del país (becas concedidas a los mejores proyectos de investigación seleccionados por *peer review*) -el CNPq y la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)-, de la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) del Ministério da Educação -becas concedidas directamente a los programas de postgrado de acuerdo con la nota (de 1 a 7) que cada uno recibe en la evaluación rigurosa realizada cada dos años- o bien del Programa Institucional de Capacitação Docente (PICD), perteneciente a la CAPES, para formación de profesores de las universidades públicas del país. No obstante, sí se cobran tasas o aranceles en el caso de cursos de especialización o extensión universitaria.

110

Actualmente la universidad cuenta con 7.623 empleados técnicos y administrativos (no docentes) que trabajan en la "ciudad" de la Unicamp. Por sus calles, avenidas y plazas transitan diariamente cerca de 30 mil personas, incluyendo todos aquellos que acuden en búsqueda de los servicios prestados por la institución a la comunidad, principalmente para el uso de los tres hospitales localizados en el Campus: HC, el CECAM y el CAISM. El presupuesto de la universidad, del orden de los 600 millones de reales (equivalentes a 200 millones de dólares), es comparable al de algunas metrópolis brasileñas. La universidad captó también cerca de 60 millones de dólares en recursos extra-presupuestarios en 2003.

Siendo una autarquía estatal ligada a la Secretaria de Ciência e Tecnologia del gobierno del estado de São Paulo, la Unicamp estuvo anteriormente vinculada, junto con la USP y la Universidade Estadual Paulista (UNESP), directamente a la Secretaría del Gobierno o al Gabinete del Gobernador.

Además de las dotaciones presupuestarias del gobierno del estado, para obtener apoyo para sus actividades de investigación, los docentes de la Unicamp mantienen una fuerte interacción con la FAPESP, agencia estatal que concede becas y recursos para investigación, financia la realización y la participación en seminarios, y mantiene líneas de investigación dirigida, además del financiamiento indistinto a todas las

áreas científicas, por el que compiten los investigadores del estado.

La comunidad académica de la Unicamp también se relaciona con agencias que, en el ámbito del Gobierno Federal, financian la investigación científica y tecnológica, como el Ministério da Ciência e Tecnologia, y dentro de él el CNPq y la Financiadora de Estudos y Projetos (FINEP), además de la CAPES, que concede becas de estudio de postgrado.

La CAPES tiene una estrecha relación con a Pro-rectoría de Postgrado a través del Programa de Apoio à Infra-estrutura dos Cursos de Pós-graduação, del Programa Especial de Treinamento (PET), además del ya citado PICD, de concesión de becas y celebración de convenios para dotación de infraestructura, fomento, cursos de especialización, congresos, simposios, etc. Cabe destacar que la CAPES ha invertido recientemente en la promoción de convenios entre instituciones latinoamericanas, como el celebrado en algunas áreas entre la Unicamp y la Universidad de Buenos Aires.

El diseño de esa intrincada red de entidades que influyen directamente en las actividades de la Unicamp da una idea de su dependencia de la alternancia de tendencias de la política, tanto en la esfera federal como del estado de São Paulo.

La situación política del país es una variable muy inestable, ligada a una situación económica desfavorable, debido a la presencia de una deuda externa que hace difícil orientar las herramientas de política económica hacia el desarrollo, y a una situación social de grandes disparidades en la distribución del ingreso y de los servicios de salud, educación y transporte, entre otros problemas.

111

La universidad como institución tiene un papel importante en los procesos de cambio que ocurren en el país, no solamente en el desempeño de sus funciones regulares, a través de la formación de personal capaz de crear soluciones nuevas para enfrentar los dilemas del escenario nacional, sino también para llevar a cabo investigación creativa en el mismo sentido. Las posibilidades de la universidad trascienden sus tareas tradicionales, en tanto permiten actuar directamente en las funciones públicas abandonadas por el estado totalitario en los últimos años.

La Universidade Estadual de Campinas tiene una situación privilegiada para el desarrollo de funciones sociales y viene dando importantes pasos en esa dirección. El Hospital de Clínicas de la Unicamp es el más equipado de la región y, si bien sufre las mismas deficiencias en relación a la rutina de atención ambulatoria común al sistema nacional de salud, garantiza procedimientos médicos de calidad, por el nivel de los docentes y alumnos residentes de la Facultad de Medicina. Como se trata de un hospital de nivel cuaternario, su capacidad de atención médica y de realización de cirugías de alta complejidad proporciona a la población de la región el acceso a procedimientos disponibles en pocos hospitales en el país. Actualmente se están organizando los servicios de atención médica a la población de manera integrada con la municipalidad y los órganos del estado de São Paulo, a fin de racionalizar la administración de la salud en la región.

Los docentes también realizan proyectos de difusión de servicios de salud, como el de erradicación de cataratas en la población local o la prevención de cáncer ginecológico y mamario, por parte del CAISM y del Cecon. Campinas tiene, por ese motivo, uno de los menores porcentajes de incidencia de cáncer de mama en el país. Existe también un programa de parto en cuclillas, iniciativa del médico argentino Hugo Sabatino, que trabaja en el CAISM.

Por iniciativa de parte de los docentes del Instituto de Economía se brindan consultorías gratuitas para la gestión de emprendimientos de grupos de artesanos y profesionales en las comunidades carecientes. El Instituto de Artes aporta la Orquesta Sinfónica de Campinas, formada en parte por docentes de la Unicamp, y que organiza conciertos regularmente en plazas públicas y en el auditorio bien equipado de un amplio parque no lejos del centro de la ciudad. Hay un coro de la universidad, que realiza presentaciones en la iglesia principal y grupos de danza y de teatro que dan funciones públicas gratuitas en algunos barrios de la ciudad. Se debe notar, sin embargo, que esas actividades son casi siempre espontáneas y esporádicas, y no son organizadas de una forma más efectiva por la institución, ni siquiera por la municipalidad, o por el gobierno del estado.

Proyectos de docentes -parte de ellos jubilados- de unidades bien diferenciadas, pero con objetivos comunes de prestar solidaridad, enfrentan la difícil tarea de estudiar las carencias y las medidas posibles de organización de las comunidades de asentamientos de emergencia (o "favelados") de la ciudad, que constituyen un segmento importante de su población. Entre los servicios prestados sobresalen los vinculados a la salud de esa parte de la población.

112

Los docentes de la universidad también participan en la asesoría a secretarías del municipio o del estado, en funciones múltiples, vinculadas a los sectores de educación, salud pública, transporte y construcción de casas populares (la universidad tiene proyectos de casas con materiales más económicos que son transferidos a municipalidades en todo el país).

Varios fueron los resultados de esa integración de políticas entre la formación de personal y la investigación académica de las universidades de excelencia en el país, por un lado, y la inversión en infraestructura por parte del gobierno brasileño, por el otro. Fueron plantadas las semillas y recogidos los resultados de los esfuerzos continuados realizados en décadas anteriores en las áreas de tecnología aeronáutica y tecnología agrícola; en esta última se incluyen el desarrollo de semillas apropiadas al suelo y al clima del país en el caso del trigo y la soja, reduciendo fuertemente la dependencia de la importación del primero y ampliando la exportación de la segunda. Se desarrolló tecnología de exploración de petróleo en aguas profundas, disminuyendo la dependencia nacional de la importación del mineral de dos tercios a 10-15% en la actualidad. Se redujo significativamente el costo de reproducción de la fuerza de trabajo, con la caída del precio de los alimentos naturales, proporcionada por el avance obtenido en la productividad agrícola, derivado del desarrollo de nuevas técnicas y nuevos cultivos, así como de la mecanización de ciertas culturas. Y se amplió, más recientemente y de manera acentuada, la capacidad de exportación

de productos agrícolas, también como resultado en buena medida de los esfuerzos de investigación de Embrapa, que absorben cerca del 20% de los recursos públicos destinados a investigación por el gobierno federal.<sup>14</sup> Brasil es hoy el mayor exportador mundial de azúcar, café, mineral de hierro, soja (granos, farelo<sup>15</sup> y aceite), jugo de naranja concentrado, pollo, carne bovina y tabaco; es el segundo en hierro y lingotes de acero; tercero en celulosa; séptimo en calzados; y octavo en aeronaves.<sup>16</sup> No escapa a los analistas, sin embargo, que la gran mayoría de esos productos es de bajo valor agregado, está sujeta a la manipulación de precios y enfrenta políticas proteccionistas en el mercado internacional, restando, por lo tanto, un amplio camino a ser recorrido en dirección a las nuevas tecnologías.

Los frutos de las políticas sociales son menos visibles, pero incluyen programas de asistencia a poblaciones -áreas de población indígena amazónicas y del Centro-Oeste, en colaboración con universidades federales-,<sup>17</sup> con grupos de médicos, dentistas y otros profesionales, además de programas conjuntos con organizaciones religiosas y de organizaciones no gubernamentales. Son destacables también actitudes como las del rector Hermano Tavares (fines de los años noventa), abriendo las puertas del campus para la realización de una reunión del Movimiento de Trabajadores Sem Terra (MST), organización que lucha por la reforma agraria.

## 5. La universidad del futuro

En general, se señala para la Unicamp el objetivo de fortalecimiento y ampliación de la vocación científica y tecnológica de la universidad. A esto se asocia la necesidad de prepararse para el nuevo ciclo de modernización tecnológica, de forma de contribuir a la preservación y restauración de la competitividad del parque industrial brasileño. Además se trata también de crear nuevas ideas sobre las formas organizacionales de la sociedad, tanto en las actividades económicas como sociales. El aumento acentuado de la informalidad en el mercado de trabajo (manifestado en la contratación de trabajadores sin garantías sociales) es foco de la reflexión del Centro de Estudios Sindicales y del Trabajo, del Instituto de Economía de la Unicamp. El Departamento de Política Científica y Tecnológica también hace estudios de campo sobre formas específicas de organización de la producción en industrias tradicionales, resaltando la precariedad de la relación laboral. Estudios como esos

113

<sup>14</sup> Entre las tecnologías desarrolladas en los últimos treinta años por Embrapa están el algodón colorido, de mayor valor en el mercado, resistente a la sequía y menos contaminante; el "supercaju", con mayor rendimiento y menor costo de recolección; las uvas sin semillas, variedades adaptadas al suelo brasileño y al clima tropical; la zanahoria con más vitamina A; la acerola (fruta de la cual se hacen jugos) con más vitamina C; el cerdo *light*, de carne con menor tenor de grasa; un detector precoz de preñez para bovinos y equinos; una especie de gallina capaz de triplicar la producción de huevos "caseros"; chocolate de cupuaçu (fruto semejante al cacao); girasol multicolor, y un tomógrafo para análisis del suelo (ver Veja Especial, 2004: 50-51).

<sup>15</sup> Harina gruesa, parecida en su consistencia a la avena. (Nota de la autora.)

<sup>16</sup> Ver Veja Especial (2004: 36).

<sup>17</sup> De esta iniciativa participa un físico argentino jubilado de la Unicamp, Carlos Arguello, en conjunto con profesores de la Universidade Federal de Mato Grosso.

son base para la construcción de nuevas políticas sociales que en parte son recuperadas por el sector público del estado o nacional.

De cualquier manera, el alcance de esos objetivos es ciertamente una cuestión vinculada a una discusión más amplia, que exige un estudio prospectivo en relación con las tendencias globales y de Brasil en el contexto mundial, dentro de las dimensiones sociales, políticas, culturales y tecnológicas.

Una de las formas a través de las cuales se puede recuperar la vinculación entre el potencial de investigación y formación de la universidad y la necesidad de desarrollo social del país es (además de las políticas sociales, obviamente) la utilización de la capacidad política y económica del sector público, como comprador de bienes y servicios y como responsable de las decisiones relativas a la política tributaria y cambiaria, para que éste sea el agente de esa transformación y asuma el compromiso con la promoción del bienestar social. La recuperación de la actividad económica es necesaria para que se pueda seguir contando con un conjunto de instituciones universitarias de buen nivel y también para que se puedan diseñar proyectos públicos capaces de saldar la deuda social acumulada.

Las posibilidades de una contribución relevante de una universidad como la Unicamp para enfrentar los problemas comunes a las naciones latinoamericanas dependen en buena medida de su inserción en el contexto nacional.

114 La Unicamp posee un régimen jurídico de "autarquía especial". El carácter público y gratuito de la educación hace que la universidad dependa de fondos públicos del estado como fuente principal para cubrir los gastos de las actividades habituales. Para el desarrollo de los grandes proyectos de investigación la Unicamp busca recursos financieros en el país y en el exterior.

La universidad paulista disfruta de plena autonomía científico-académica, institucional, administrativa y económico-financiera. Cuando la economía crece, la universidad tiene asegurados recursos equivalentes al 2% de la recaudación tributaria del estado de São Paulo, y puede responder a las necesidades de su desarrollo. Pero el estancamiento compromete la realización de esos objetivos y los esfuerzos de ampliación del alcance -número de vacantes y oferta de nuevos cursos- de la universidad.

Lo mismo se puede decir de la investigación, mantenida casi exclusivamente con recursos públicos de la FAPESP (cuyo presupuesto representa el 1% de la recaudación tributaria del estado) y de los órganos federales de fomento a la investigación y formación de personal docente (FINEP, CNPq, CAPES), cuya capacidad de financiamiento también está sujeta a las contingencias del pago de la deuda pública, y ha disminuido en el período reciente.

Existe alguna expectativa principalmente a partir de la previsión de utilización de recursos provenientes de la privatización de empresas públicas para la creación de fondos sectoriales de investigación, en diversas áreas, y también para la interacción

entre universidad y empresa (para la cual fue formado el llamado Fondo Verde e Amarelo), cuyos recursos, no obstante, hasta ahora no están siendo aplicados de manera significativa a la investigación. De los quince fondos sectoriales existentes hoy, trece son administrados por el Ministério de Ciência e Tecnologia. Ellos son: energía, transporte, recursos hídricos, recursos minerales, aeronáutico, infraestructura, "verde-amarillo" (financia interacción universidad-empresas), biotecnología, agro-negocios, espacial, informática, petróleo y salud. Abarcan, por lo tanto, sectores económicos y sociales. De hecho, en buena parte, el impacto económico se traduce también en impactos sociales, como en el caso de la inversión en transporte, recursos hídricos, infraestructura, petróleo (abaratando los transportes) y salud. El fondo verde-amarillo constituye una oportunidad específica para que las universidades financien su interacción con las empresas y con la sociedad en general, de manera más adecuada, porque son recursos más representativos que los que se consiguen generalmente en las agencias.

En la medida en que las condiciones macroeconómicas para el crecimiento del país se restablezcan, se cree que puede haber una nueva ola de modernización, tanto de las empresas como del aparato del estado, y que también pueden ser potenciadas las condiciones para retomar el desarrollo. Si, además de eso, esos fondos fueran efectivamente destinados a la investigación y bien administrados, es de suponer que tenga lugar la ampliación del impacto social de la ciencia producida en los institutos de investigación y en las universidades públicas del país.<sup>18</sup> De enero a octubre de 2004 se pagaron gastos con recursos del Fondo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) para fondos sectoriales en un total de 300 millones de reales (cerca de 100 millones de dólares). La previsión para 2005 es de más de 700 millones de reales, además de otros 700 millones de reserva de contingencia.

115

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que los procesos de transferencia de tecnología entre universidades y empresas involucran serios peligros cuando no están anclados en evidencias concretas de las posibilidades reales de esos traslados, debido a que "expectativas no realistas tienen un impacto importante sobre la política gubernamental". Tomando el ejemplo de la biotecnología y las grandes esperanzas en ella depositada para acelerar el proceso de desarrollo de medicamentos, lo cual generaría a su vez avances rápidos en la atención médica y en el desarrollo económico y social, Nightingale y Martin (2004) destacan los problemas generados por una política equivocada en razón de esa falsa expectativa. Los autores destacan que "la revolución biotecnológica estuvo asociada a un modelo genético reduccionista de la enfermedad, que es cuestionado por explicaciones que

<sup>18</sup> La participación de la Unicamp en el Ipa PI nGIES, citado inicialmente, se destina en parte a construir indicadores de desempeño o de productividad, que permitan evaluar, en conjunto con los ejecutores de las políticas sociales, el resultado de las iniciativas llevadas a cabo en la universidad con esa finalidad. Se trata también de construir indicadores de impacto o de mejoría de condiciones sociales, mensurables posiblemente en conjunto con los beneficiarios de esas políticas. Acaba de ser anunciado por el Ministério da Saúde (el 2 de diciembre de 2004) que los afiliados a los planes de salud van a evaluar los servicios prestados y el gobierno federal va a fiscalizar la calidad de los servicios de salud particulares.

ponen el énfasis en la interacción entre el medio ambiente, el estilo de vida y factores biológicos durante el curso de la vida. Los epidemiólogos ya se dieron cuenta de cómo la distribución social de un grupo de enfermedades comunes, tales como la obesidad, úlceras estomacales y molestias del corazón cambiaron radicalmente en este siglo, sugiriendo que los mayores determinantes de esas enfermedades son sociales, más que puramente genéticas en su origen”.<sup>19</sup> Esas observaciones revelan cómo la decisión poco fundamentada de políticas científicas y tecnológicas puede comprometer el recurso a los conocimientos ya disponibles y a políticas sociales para solucionar problemas de ese tipo.

Esas cuestiones son debatidas en un espacio de reflexión y profundización de la relación entre educación y sociedad. Dentro de él se discuten el papel de la universidad como actor del cambio social, la idea de la universidad como institución sujeta a continuas reformulaciones, y su papel relevante cuando se encuentra anclada en la comunidad y al servicio de la colectividad. Se parte del principio de que la investigación, la educación y la extensión hacen de la universidad un agente transformador de la realidad regional, si el modelo de universidad adoptado tuviera la capacidad de dar respuestas adecuadas a las demandas. Se trata de profundizar el debate sobre las condiciones sociales, políticas y económicas y la actuación de las universidades frente a tales desafíos.

116

Cabe destacar, finalmente, que la discusión sobre las posibilidades de interacción, su alcance real y sus exigencias en términos de política no debe ser llevada adelante de forma superficial, sino que debe procurar extraer lecciones de la experiencia internacional, verificar las diferencias impuestas por la estructura económica del país y tener en cuenta el contexto global, que determina la demanda del trabajo académico. La experiencia brasileña en ese sentido constituye un ejemplo de cómo ese éxito puede ser alcanzado y también de cómo puede ser comprometido por el cambio de las condiciones objetivas y de las políticas implicadas.

La intensidad de las interacciones entre universidad y empresa verificadas en los países capitalistas centrales es reveladora de las limitaciones de esas experiencias en contextos donde la industria local no ejecuta rutinariamente actividades de I+D. En Estados Unidos, por ejemplo, lo que las empresas invierten en I+D en las universidades y *colleges* en 2002 representó sólo el 5,6% del total de recursos de la

<sup>19</sup> “Más que producir cambios revolucionarios, la biotecnología medicinal está siguiendo un patrón bien establecido de difusión tecnológica lenta e incremental. (...) Indudablemente, algunas de las sugerencias de políticas son intrínsecamente buenas ideas, tales como promocionar una mejor transferencia de conocimiento entre la industria, las universidades y el sistema de salud, pero una política exitosa necesita basarse en evidencia sólida y sentido de proporción. Este no siempre ha sido el caso de la biotecnología, y existe ahora un desacople sustancial entre el mundo real y las expectativas irreales de los funcionarios, consultores y científicos sociales. (...) Estos factores ambientales, tales como la pobreza y el tabaquismo, reclaman amplios programas de salud pública, más que soluciones no probadas de alta tecnología, las cuales es improbable que sean desarrolladas en el corto plazo. (...) Las expectativas irreales son peligrosas porque llevan a malas decisiones de inversión, esperanzas mal asignadas y prioridades distorsionadas, y pueden distraernos de la acción sobre el conocimiento que ya poseemos acerca de la prevención de enfermedades y epidemias.” (Nightingale y Martin, 2004)

investigación académica, siendo la principal fuente de financiamiento de la investigación en las universidades el gobierno federal, que responde por el 64,5% de ese total.<sup>20</sup> Esos recursos, por otro lado, significan sólo el 1,3% de la inversión en I+D realizada por las empresas industriales en aquel país, siendo que el 98,1% del total de esos recursos son aplicados *in-house*, en las propias empresas (ver tabla 7). Por otro lado, los países en desarrollo presentan múltiples ejemplos de éxito de interacciones de ese tipo, principalmente de universidades e institutos públicos de investigación con empresas estatales e instituciones sociales.

Más allá de reconocerse que son países con una inserción cada vez más subordinada en el desarrollo capitalista internacional, se trata también de preservar aspectos en que las condiciones específicas dictaron soluciones más adecuadas al desarrollo regional. Así, la resistencia de la comunidad académica a la imposición de aranceles en la universidad pública ha impedido que políticas dictadas por el Banco Mundial dificulten aún más el acceso de parte de la población a las instituciones de nivel superior en países como Brasil. Además de eso, el mecanismo de acceso por medio de exámenes vestibulares es todavía infinitamente superior a las selecciones con criterios no siempre transparentes, en los que se hacen más probables que ciertos aspirantes se vean favorecidos por razones personales o clasistas.

Finalmente, para la preservación de la calidad del trabajo académico es aconsejable respetar las particularidades de la producción científica como trabajo de creación, que exige una alta dosis de libertad, lo que no excluye el compromiso voluntario y estimulado por incentivos en dirección a la investigación orientada a la solución de los problemas nacionales, tanto económicos como sociales.

117

<sup>20</sup> Cuando se dejan de lado los recursos aplicados por el gobierno federal en los *Federally Funded R&D Centers* de las universidades y *colleges*, el porcentaje de recursos de I+D financiado por la industria en las universidades y *colleges* pasa a ser del 6,5%, y los recursos aplicados por el gobierno federal en esas instituciones caen al 58,5% del total. Esos son los porcentajes divulgados por la NSF en los dos casos. El informe de la NSF destaca también que los recursos para investigación académica fueron los que más crecieron en Estados Unidos en los últimos treinta años, después de las instituciones sin fines de lucro (que parten de un porcentaje muy bajo). De los US\$ 276 mil millones gastados en I+D en Estados Unidos, la universidad ejecuta el 15,2%, o US\$ 42 mil millones (US\$ 36 mil millones si excluimos los centros de investigación universitarios financiados por el gobierno federal directamente). Ver National Science Board (2004).

**Tabla 1. Distribución de los grupos de investigación según la gran área del conocimiento predominante en las actividades del grupo, 2002.<sup>1/</sup>**

Gran área del conocimiento	Grupos de investigación	%
Ciencias de la Naturaleza	4.294	28,3
Ingenierías y C. de la Computación	2.243	14,8
Ciencias Exactas y de la Tierra	2.051	13,5
Ciencias de la Vida	6.292	41,5
Ciencias de la Salud	2.513	16,6
Ciencias Biológicas	2.126	14,0
Ciencias Agrarias	1.653	10,9
Humanidades	4.572	30,2
Ciencias Humanas	2.399	15,8
Ciencias Sociales Aplicadas	1.429	9,4
Lingüística, Letras y Artes	744	4,9
<b>Total</b>	<b>15.158</b>	<b>100,0</b>

1/ Cada grupo de investigación fue relacionado sólo a una gran área del conocimiento predominante en sus actividades.  
Fuente: Base de datos de los Grupos de Investigación, CNPq, MCT.

118

**Tabla 2. Distribución de los investigadores y doctores según la gran área del conocimiento predominante en las actividades del grupo, 2002.<sup>1/</sup>**

Gran área	Investigadores	Doctores	%	%	%
			Drs/invest.	invest.	doctores
Ciencias Exactas y de la Tierra	7.936	6.230	78,5	12,5	15,8
Ciencias Biológicas	8.191	5.934	72,4	12,9	15,1
Ciencias Agrarias	7.611	5.146	67,6	12,0	13,1
Ingenierías y C. de la Computación	9.668	6.117	63,3	15,3	15,5
Ciencias de la Salud	10.408	5.958	57,2	16,5	15,1
Ciencias duras	43.814	29.385	67,1	69,2	74,7
Ciencias Humanas	10.811	5.504	50,9	17,1	14,0
Lingüística, Letras y Artes	2.874	1.620	56,4	4,5	4,1
Ciencias Sociales Aplicadas	5.843	2.854	48,8	9,2	7,2
Ciencias blandas	19.528	9.978	51,1	30,8	25,3
<b>Total<sup>2/</sup></b>	<b>63.342</b>	<b>39.363</b>	<b>62,1</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

1/ No existe doble recuento en el ámbito de cada gran área.  
2/ Valores obtenidos por suma (hay doble recuento, teniendo en cuenta que el investigador que participa de grupos relacionados con más de una gran área fue computado una vez en cada gran área).  
Fuente: Base de datos de los Grupos de Investigación, CNPq, MCT

Tabla 3. Profesores de Postgrado en Brasil - 1998 a 2002

Año	Número de Docentes de Postgrado			Índice 1998 = 100			Participación %	
	Masc.	Fem.	Total	Masc.	Fem.	Total	Masc. %	Fem. %
1998	18928	8892	27820	100	100	100	68	32
1999	19929	9745	29674	105	110	107	67	33
2000	20459	10403	30862	108	117	111	66	34
2001	20161	10579	30740	107	119	110	66	34
2002	21448	11685	33133	113	131	119	65	35

Fuente: Elaboración propia a partir de tabulación especial de la Capes/MEC.

Tabla 4. Distribución de los investigadores por sexo según franja etaria, 2002

119

Faja etaria	Total <sup>1/</sup>	% por faja etaria	Masc.	Fem.	Porcentajes <sup>2/</sup>	
					Masc.	Fem.
Hasta 24	303	0,5	131	172	43,2	56,8
25 a 29	2.641	4,6	1.187	1.453	45,0	55,0
30 a 34	6.250	11,0	3.235	3.014	51,8	48,2
35 a 39	10.572	18,6	5.680	4.891	53,7	46,3
40 a 44	10.510	18,5	5.626	4.881	53,5	46,5
45 a 49	10.161	17,9	5.305	4.855	52,2	47,8
50 a 54	8.222	14,5	4.648	3.574	56,5	43,5
55 a 59	4.674	8,2	2.754	1.917	59,0	41,0
60 a 64	2.172	3,8	1.353	819	62,3	37,7
65 o más	1.333	2,3	903	429	67,8	32,2
<b>Total</b>	<b>56.891</b>	<b>100</b>	<b>30.859</b>	<b>26.021</b>	<b>54,3</b>	<b>45,7</b>

1/ Incluye 11 investigadores que no informan el sexo y 53 que no informan la edad.  
2/ Porcentaje calculado sobre el total informado.  
Fuente: CNPq, Directorio de los Grupos de Investigación 2002.

**Tabla 5. Profesores de Postgrado en Brasil - por Grandes Áreas y por Sexo - 1998 y 2002**

Grandes Áreas	1998 - % por área			2002 - % por área		
	M	F	Total	M	F	Total
Agrarias	76	24	8,9	75	25	7,9
Biológicas	58	42	16,2	55	45	15,5
Ciencias de la Salud	67	33	17,9	62	38	14,7
Ingenierías	87	13	11,4	84	16	13
Exactas y de la Tierra	79	22	17,6	77	23	16,7
<b>Ciencias duras %</b>						
<b>por género</b>	72	28	100	69	31	100
<b>Ciencias duras/Total</b>	<b>77%</b>	<b>62%</b>	<b>72%</b>	<b>73%</b>	<b>58%</b>	<b>68%</b>
Humanas	55	45	16	54	46	18,9
Lingüística, Letras, Artes,	44	56	5,1	40	60	5,7
Sociales Aplicadas	68	32	0,2	66	34	7,1
Otras	68	32	0,1	65	35	0,2
No Informada	70	30	6,6	70	30	0,2
<b>Ciencias blandas %</b>						
<b>por género</b>	56	44	100	54	46	100
<b>Ciencias blandas/Total</b>	<b>23%</b>	<b>38%</b>	<b>28%</b>	<b>27%</b>	<b>42%</b>	<b>32%</b>
Total %	100	100	100	100	100	100
<b>Total de docentes</b>	<b>18.928</b>	<b>8.892</b>	<b>27.820</b>	<b>21.448</b>	<b>11.685</b>	<b>33.133</b>
<b>Total % por género</b>	<b>68%</b>	<b>32%</b>	<b>100</b>	<b>65</b>	<b>35</b>	<b>100</b>
Fuente: Elaboración propia a partir de tabulación especial de la Capes/MEC.						

**Tabla 6. Personas ocupadas en las actividades de Investigación y Desarrollo de las empresas industriales que implementaron innovaciones, por nivel de calificación - 2000<sup>1</sup>**

Industrias Total y las que más contratan personal de I+D	Nivel Superior			Nivel Medio	Otros	Total
	Total	Postgraduados	Graduados			
<b>Total Brasil</b>	<b>20114</b>	<b>2953</b>	<b>17161</b>	<b>14893</b>	<b>6460</b>	<b>41467</b>
1. Productos químicos	1976	285	1691	948	387	3311
2. Máquinas y equipamientos	1123	95	1027	1233	491	2847
3. Otros equipamientos de transporte	1238	256	982	707	345	2290
4. Montaje de autos, remolques y carrocerías	1071	75	996	778	197	2046
5. Material electrónico y equipos de comunicaciones	1166	131	1035	427	275	1868
6. Alimentos y bebidas	841	166	675	456	551	1848
7. Máquinas, aparatos y materiales eléctricos	920	45	875	403	148	1471
8. Artículos de goma y plásticos	442	25	417	345	179	966
9. Instrumentos médico- hospitalarios y de precisión	474	72	402	234	54	762
10. Productos de metal	299	22	277	346	115	760
11. Máquinas para escritorio equipamiento de informática	438	16	422	151	39	628

Nota: Géneros industriales: 1. Fabricación de productos químicos; 2. Fabricación de máquinas y equipamientos; 3. Fabricación de otros equipamientos de transporte; 4. Fabricación y montaje de vehículos automotores, remolques y carrocerías; 5. Fabricación de material electrónico y de aparatos y equipamientos de comunicaciones; 6. Fabricación de productos alimenticios y bebidas; 7. Fabricación de máquinas, aparatos y materiales eléctricos; 8. Fabricación de artículos de goma y plástico; 9. Fabricación de equipamientos de instrumentación médico-hospitalarios, instrumentos de precisión y ópticos, equipamientos para automatización industrial, cronómetros y relojes; 10. Fabricación de productos de metal; 11. Fabricación de máquinas para escritorio y equipamientos de informática.

Fuente: PINTEC del IBGE.

Tabla 7. Cuadro de origen y destino de recursos para I+D en Estados Unidos- 2002

En millones de dólares corrientes - % horizontales					
Destino	Federal	Industria	Universidades y Colleges	Otras SFL <sup>1</sup>	TOTAL
<b>Origen</b>					
Gobierno Federal	30,4	24,7	34,7	10,2	100
Gobierno Est+Munic.			100,0		100
Industria		98,1	1,3	0,6	100
Univ&Coll.			100,0		100
Otras SFL <sup>1</sup>			36,8	63,2	100
TOTAL	8,6	71,2	15,2	4,9	<b>US\$ 276.186 mi</b>
En millones de corrientes - % verticales					
Destino	Federal	Industria	Universidades y Colleges	Otras SFL <sup>1</sup>	TOTAL
<b>Origen</b>					
Gobierno Federal	100,0	9,8	64,5	58,2	28,3
Gobierno Est+Munic.			5,9		0,9
Industria		90,2	5,6	7,9	65,5
Univ&Coll.			17,7		2,7
Otras SFL <sup>1</sup>			6,4	33,8	2,6
TOTAL	100	100	100	100	<b>US\$ 276.186 mi</b>

Notas: Otras SFL = Otras instituciones sin fines de lucro. Gobierno Est+Munic. = Gobierno Estatal y Municipal Univ&Coll = Universidades y Colleges

Fonte: NSF, Science and Engineering Indicators, <http://www.nsf.gov/sbe/srs/seind04/pdf/at04.pdf>.

## Bibliografía

BRISOLLA, S.N. (1995): "Capacitación Tecnológica y Patrones Tecnológicos: una visión a partir de los países en desarrollo", en *Redes - Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, N° 5, Vol. 2, pp. 35-65.

\_\_\_\_\_ (1998): "Relação Universidade - Empresa: Como Seria se Fosse", en *Interação universidade empresa*, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), con el patrocinio del Instituto Euvaldo Lodi (IEL), pp. 76-98.

\_\_\_\_\_ (2001): "Indicadores de Innovación: los siete pecados capitales", en M. Albornoz (comp.), *Temas Actuales de Indicadores de Ciencia y Tecnología en América Latina y el Caribe*, Buenos Aires, RICYT, pp. 39-57.

BRISOLLA, S.N. y GUEDES PINTO, L.A.C. (1995): "El Instituto de Física de la UNICAMP y el desarrollo de la telefonía en el Brasil: un caso de articulación eficaz de intereses", en H. Vessuri, *La academia productiva - Relaciones de científicos académicos con clientes externos*, Caracas, Fondo Editorial FINTEC, pp. 41-63.

CASTRO, C.M. (2004): "P&D: P fácil e D difícil", *Revista Veja*, octubre, p. 82.

ETZKOWITZ, H. y BRISOLLA, S.N. (1999): "Failure and Success: The Fate of Industrial Policy in Latin America and South East Asia", *Research Policy*, 28 (4), pp. 337-350.

123

FAPESP(2002): *Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo, 2001*, coordinación general de Francisco Romeu Landi, São Paulo, Capital, Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

MARINHO, M.G. (2001): *Norte-americanos no Brasil: uma história da Fundação Rockefeller na Universidade de São Paulo*, Campinas, Autores Associados.

NIGHTINGALE, P. y MARTIN, P. (2004): "The myth of the biotech revolution", en *Trends in Biotechnology*, N°11, Vol. 22, noviembre.

NOBLE, D.F. (1982): *America by Design*, New York, Alfred A. Knopf (1ª edición: 1977).

NSB, National Science Board (2004): *Science and Engineering Indicators, 2004*, Arlington, Virginia, National Science Foundation.

VEJA (2004): *Edição Especial no 36º Agronegócio e Exportação*, año 37 (Revista Veja 1877), octubre.



## ¿Cómo medir el impacto de las políticas de ciencia y tecnología?

**José Luis Villaveces** (jlvillaveces@ocyt.org.co)

**Luis Antonio Orozco**

**Doris Lucía Olaya**

**Diego Chavarro**

**Elizabeth Suárez**

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Colombia

125

El objetivo de este trabajo es hacer una revisión conceptual de la noción de impacto asociada a las políticas de ciencia y tecnología, así como proponer algunas estrategias para su medición. Se presentan, además, algunas aplicaciones empíricas de este concepto, tomando como ejemplo el impacto de dos programas nacionales de ciencia y tecnología en Colombia: el Programa Nacional de Biotecnología y el Programa Nacional de Ciencias Humanas.

**Palabras clave:** impacto social, políticas de ciencia y tecnología, indicadores y medición del impacto.

*The goal of this article is to perform a conceptual revision of the concept of impact related to science and technology policies, as well as proposing strategies for its measurement. In addition, there are presented some empirical applications of this concept, taking as example the impact of two national programs of science and technology in Colombia: the National Program for Biotechnology and the National Program for Human Sciences.*

**Key words:** social impact, science and technology policies, indicators and impact measurement.

## Sobre la noción de impacto

Es natural que un sistema social se pregunte por el efecto de la ciencia y la tecnología, y a esto hace referencia la noción de impacto.<sup>1</sup> El uso de este término parece provenir de una metáfora balística, cargando así con el poder y las debilidades de esta metáfora. En este sentido, denota los efectos sobre un ente externo al que produce la causa: el cazador dispara y el “impacto” recae sobre su presa o se pierde provocando un “impacto” positivo o nulo. Por el contrario, si hiere a su compañero de cacería tal vez se hablará de “impacto” negativo. En cualquiera de los casos, el término hace alusión a una acción premeditada con efectos deseados que pueden lograrse o no.

En el marco de estas ideas, el análisis de impactos debe tener en cuenta las consecuencias buscadas, las actividades programadas y realizadas con los medios adecuados, los resultados producidos por tales actividades, y la relación entre éstos y las intenciones declaradas. Así, mejor que estudiar el impacto de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad como un conjunto vago de actividades, parece más interesante estudiar el impacto de las políticas de ciencia y tecnología. Esta óptica será desde la cual se abordarán las ideas de este trabajo.

Un análisis de impacto debe incluir: un estudio del programa de trabajo, esto es, de la expresión de unas intenciones originales y sus propósitos; un análisis de los medios puestos en obra y de su adecuación frente a los propósitos expresados; y un recuento de los resultados obtenidos después de un tiempo prudencial.<sup>2</sup> Aun así, la noción de impacto es imprecisa. Cabe destacar que está relacionada con la noción de efecto y que también supone la noción de causa. No hay efectos sin causa y no hay impactos sin programa intencionado que los busque.

126

<sup>1</sup> El uso de la expresión “impacto” en este contexto es problemático y parece una de esas transliteraciones caras a los tecnócratas, que vierten palabras del inglés a aquellas que les parecen similares en español, sin ningún control de calidad, más o menos como traducir “several masters” por “maestros severos”. Según la Real Academia de la Lengua Española, “impacto” es: “(Del lat. tardío impactus). 1. m. Choque de un proyectil o de otro objeto contra algo. 2. m. Huella o señal que deja. 3. m. Efecto de una fuerza aplicada bruscamente. 4. m. Golpe emocional producido por una noticia desconcertante. 5. m. Efecto producido en la opinión pública por un acontecimiento, una disposición de la autoridad, una noticia, una catástrofe, etc.” En el Diccionario Webster’s encontramos que “impact” en inglés es: “Non. 1. The striking of one body against another. 2. A forceful consequence; ‘the book had an important impact on my thinking’. 3. Influencing strongly: ‘they resented the impingement of American values on European culture’. 4. The violent interaction of individuals or groups entering into combat.” La segunda y tercera acepciones de la palabra en inglés recuerdan el sentido que nuestros tecnócratas le dan: consecuencia importante o algo que tiene una fuerte influencia.

<sup>2</sup> La idea de tiempo prudencial es importante, ya que cualquier tipo de propósitos requiere de un tiempo para ser logrado y la duración razonable depende de muchas cosas, entre las cuales están: la naturaleza del propósito buscado, los medios puestos en juego y las circunstancias externas que afectan favorable o desfavorablemente el proceso.

## Los resultados como medida del impacto

Para medir impactos es necesario poner atención en las consecuencias de la acción intencional cuyo impacto interesa. Así, el impacto se mide constatando los resultados y poniéndolos en correlación con la intención inicial.

Hay resultados tangibles e intangibles, previstos e imprevistos, que afectan sólo al grupo que los produjo o que afectan a grupos más amplios de la sociedad. Llamaremos productos a los resultados tangibles, verificables y puestos en circulación, que son sin duda los más fáciles de medir; logros a los resultados previstos y obtenidos, cuyo indicador es la medida del grado de acuerdo entre lo previsto y lo obtenido; y, por último, denominaremos efectos a los resultados cuyo ámbito trasciende al del grupo de referencia, teniendo en cuenta, además, que los efectos más importantes son los que se hacen sentir en toda la sociedad.

La medición de impactos centra una importante atención sobre los productos. Su primera característica es que son claramente medibles y se puede asegurar su existencia, su cantidad y su calidad. El punto central es el énfasis en las condiciones de tangibilidad, verificabilidad y circulación de los productos. Para asegurar la calidad de la información que se tiene sobre los productos hay que realizar un control de calidad en, al menos, tres niveles: el nivel de la calidad formal del dato, es decir, qué tan coherente y completa es la información que se tiene de un objeto en su estructura interna (por ejemplo, un artículo sin identificación de ISSN de la revista en que se publicó, ni título, no podría ser tenido en cuenta); el nivel de la existencia del producto (es decir, la verificación directa o indirecta de su existencia real); y el nivel de la circulación (hay distintas formas de circulación dependiendo del tipo de producto al que nos enfrentemos). Varios tipos de productos de la ciencia y la tecnología satisfacen estas condiciones y presentan características propias. Los más típicos son los productos publicados, los productos registrados, las normas y leyes, y las mercancías. La noción de "normalización" está muy ligada al control de la calidad. Solamente si se aceptan como norma ciertos lineamientos, ciertos parámetros, se puede generar información sobre un objeto. Por supuesto, las normas toman tiempo en ser asimiladas por la comunidad.

Un elemento importante en la determinación de un efecto es la existencia de un cambio, de una transformación cualitativa o estructural en la sociedad o en un grupo social amplio. Los cambios más fáciles de ver tienen relación con la economía, pero los más importantes afectan las condiciones de vida de las personas, y los más profundos afectan la cultura. Entre los cambios más notables en el nivel micro están las transformaciones internas de las comunidades científicas, comenzando por la aparición de grupos humanos dedicados a un campo de la ciencia en particular y continuando con la consolidación a través de la producción y de la generación de mecanismos de construcción de comunidad, tales como las revistas, las asociaciones, los congresos e, incluso, los pregrados y postgrados. Todos estos elementos son evidencias tangibles y verificables del desarrollo de la comunidad y de los cambios cualitativos ocurridos en ella por acción de la política.

En un momento más avanzado emergen nuevas relaciones y fenómenos que pueden registrarse. Por ejemplo, la aparición de redes que demuestran las distintas formas de cooperación de los miembros de la comunidad es evidencia de la maduración de ella. La red ha puesto en tensión a una gran cantidad de actores entre los cuales hay expertos, científicos, técnicos y demás actores, que son igualmente necesarios para la construcción de un nuevo objeto o una nueva noción. Así, un impacto de importancia sería la transformación del campo de trabajo.

Los logros pueden ser fuente de la más clara medida de impacto. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que una medida de logro es una medida de segundo orden: no se mide directamente el resultado como tal, sino el grado de acuerdo entre lo propuesto y lo obtenido. Así, es preciso considerar dos observaciones: el resultado y la intención declarada y, luego, el grado de acuerdo entre ambos. Por este motivo es que resulta tan importante concretar las medidas de impacto de la ciencia y la tecnología a las del impacto de las políticas bien expresadas, en las cuales es factible medir este acuerdo. Una de las principales herramientas para ello ha sido el análisis de las actas de los Consejos de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología. En las actas se deja constancia de la formulación de preguntas, de las discusiones y de la toma de decisiones. Además, son el espacio en el cual los distintos actores se encuentran, por lo que se constituyen en un elemento importante a la hora de relacionar las políticas con los proyectos, los resultados de los grupos, la capacitación, la generación de redes y la aparición de productos. El acuerdo entre lo propuesto y lo obtenido pasa primero por una discusión en la que entran intereses personales y colectivos y, de alguna manera, reflejan las tensiones y las ambivalencias que deben terminar en una decisión. Las actas pueden ser definidas como un texto informativo que pretende dar cuenta de una serie de argumentaciones de distintos actores en torno a un problema específico y, por lo tanto, los análisis que se hacen deben ser discursivos. Algunas de las preguntas que pueden responder las actas de los Consejos de Ciencia y Tecnología son ¿quiénes participan?, ¿qué proponen?, ¿cuáles son las discusiones? y ¿cómo se desarrollaron en el tiempo?

128

Este marco de referencia sirve para contextualizar los proyectos que son financiados, y que materializan en gran parte los acuerdos de voluntades que se dan en los Consejos. A partir del seguimiento de esos proyectos se pueden ubicar sus productos y a partir de estos buscar los efectos que son evidentes cuando se encuentran sus usuarios.

Es importante tener en cuenta que aunque los impactos deben analizarse a partir de actividades programadas e intencionalmente dirigidas, muchas de ellas no alcanzan el impacto esperado porque encuentran obstáculos de distinta índole, o porque se desvían ya sea por mala planeación, por circunstancias cambiantes o por cualquier otra razón.

En cualquier caso, lo que cabe resaltar es que un programa es un motor que genera actividades, y son éstas las que generan productos que al llegar a usuarios propician la aparición de efectos. Sólo una fracción de estos efectos está relacionada con el impacto deseado.

## Multicausalidad de los impactos

El análisis de impactos de la ciencia y la tecnología a partir de resultados conlleva una dificultad adicional a las que hemos mencionado: su multicausalidad. Esto quiere decir que cada uno de los resultados que puede llamar nuestra atención depende o puede depender de muchas causas, algunas explícitas y otras implícitas; unas bien identificadas y otras desconocidas. Así, si se busca analizar el impacto de la ciencia y la tecnología locales parece necesario aislar, dentro de esta multicausalidad, la fracción de interés, lo cual es una tarea difícil e, incluso, en muchos casos imposible. Como dice Callon (2001), para que la aviación ingrese a una sociedad como medio de comunicación con impacto social no basta con tener un avión, sino que hay que tener aeropuertos, radiofaros, torres de control, agencias de viajes, etc. Es decir, hay que construir de manera completa la red social tecno-económica que permita la utilización completa de la nueva tecnología. Este es el "capital social" que permite la endogenización de la ciencia y la tecnología en una nación.

## Ciencia relevante

Se ha hecho frecuente vincular la idea de impacto de la ciencia y la tecnología con la idea de ciencia relevante o pertinente. Pero la relevancia o la pertinencia pueden ser entendidas de muchas maneras distintas y no son cualidades objetivas, medibles o verificables en ausencia de un contexto preciso y particular. La relevancia o la pertinencia son características esencialmente subjetivas, dependientes de un enfoque particular: se es pertinente con relación a una política peculiar o a un sistema de valores caracterizado previamente. La pertinencia depende de las opciones ideológicas de quien la define. Una vez más, si se quiere vincular la noción de impacto con la de relevancia o pertinencia de las actividades de ciencia y tecnología como se hace en gran parte de la literatura, lo indicado es medir el impacto de unas políticas con respecto a las cuales puede haber o no relevancia.<sup>3</sup> Por tal motivo, más que mirar efectos concretos es preferible pensar de manera general. Tal como ha propuesto Hebe Vessuri, los indicadores del impacto de la ciencia y la tecnología sobre el desarrollo en los países periféricos deberían ser pensados como "indicadores de capacidad científica y tecnológica". Estos indicadores medirían la forma en que crece la capacidad local de asimilar, transformar, desarrollar, absorber, usar, generar y distribuir conocimientos, siendo esta forma independiente de

129

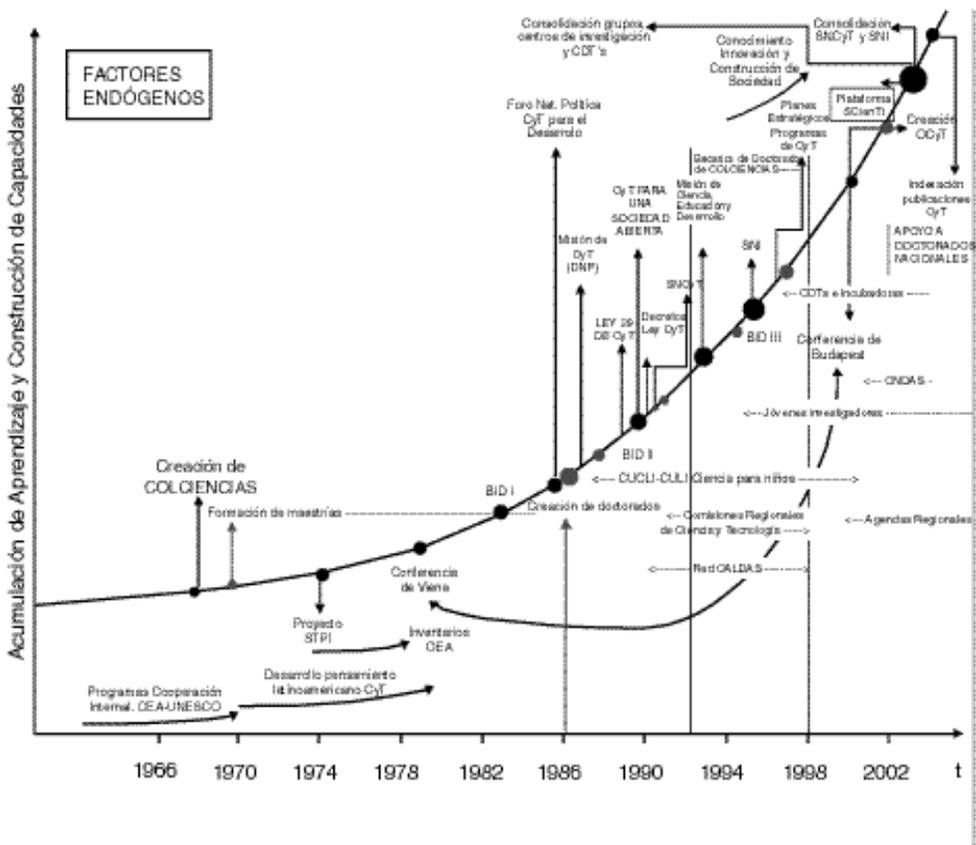
<sup>3</sup> Dentro de ciertas formas de entender la política, la relevancia sólo tiene sentido en relación con el crecimiento económico. Los indicadores apropiados de "impacto" están relacionados en consecuencia con el crecimiento del PIB nacional o regional, con la cuenta de pérdidas y ganancias las empresas, etc. Hay muchas otras formas de mirar la política. Por ejemplo, los planes nacionales de desarrollo colombianos desde 1990 hasta 2002 han tenido enfoques diferentes: el de 1990-1994 fue marcadamente economicista, el de 1994-1998 se declaraba "social" y el de 1998-2002 restringía el papel de la ciencia y la tecnología al del aumento de la competitividad internacional. La pertinencia era bien distinta y el único denominador común es el desarrollo global de la capacidad de producir, adaptar, asimilar, transformar y aprender el conocimiento en la sociedad. Si esta capacidad es grande, puede utilizarse eficazmente cualesquiera sean los fines políticos, empresariales, gremiales o personales buscados. Si no hay capacidad real de generar conocimiento, ningún fin logrará alcanzarse y la pertinencia será nula en cualquier sentido.

ideologías particulares y, por lo tanto, también de la noción de relevancia. Los indicadores de capacidad científica y tecnológica se conciben desde este enfoque como medidas de la capacidad para utilizar socialmente la ciencia y la tecnología y, tomados en toda su extensión, deben ir mucho más allá de los ámbitos estrictamente científicos o tecnológicos.

Un trabajo de colaboración con Hernán Jaramillo, de la Universidad del Rosario (Colombia), ha permitido observar este proceso en forma global. El ejemplo de las políticas colombianas de ciencia y tecnología en los últimos cuarenta años permite ver el crecimiento de esta capacidad local de asimilar, transformar, desarrollar, absorber, usar, generar y distribuir conocimientos, tal como se indica en la Figura 1. En ésta el eje vertical representa la “acumulación de aprendizaje y construcción de capacidades” e insinúa, por la forma de la curva, que esta acumulación se ha venido dando en forma constante y creciente.

Figura 1

130



Fuente: Jaramillo, Hernán. "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto". CEPAL, Proyecto en curso, 2003.

## **El meollo del problema de los indicadores**

Si bien la Figura 1 describe un escenario en términos cualitativos, a partir de ella puede deducirse cuál es la pregunta central a la que deberá enfrentarse la construcción de indicadores: ¿cómo medir sistemáticamente la “acumulación de aprendizaje y construcción de capacidades” de una sociedad?

Si hay políticas de ciencia y tecnología es porque, sin duda, el aspecto que más determinará la forma de las sociedades en el futuro será su capacidad de utilizar el conocimiento como base para el mundo de la vida. No sólo la economía es cada vez más una “economía del conocimiento” en cuyo seno la capacidad de la ciencia y la tecnología subtiende todas las otras actividades económicas, tales como la agricultura, el comercio, la industria y los servicios. Todas las actividades de la sociedad, incluyendo los servicios básicos de salud y educación, así como la justicia, el manejo del medio ambiente, la seguridad nacional, las formas de diversión, las relaciones internacionales, los medios de comunicación masivos y el gobierno, dependen cada vez más de la capacidad de uso del conocimiento para su desarrollo.

Esta capacidad de uso del conocimiento implica, en primer lugar, la capacidad de crearlo. El conocimiento sólo se usa conociendo. No es posible usar el conocimiento de otros, sino sólo el conocimiento que cada persona posee. Se puede usar la información sobre lo que otros conocen o la tecnología desarrollada por otros, es decir, el conocimiento de los demás codificado en información u objetivado en instrumentos, pero sólo puede ser usado si nosotros mismos conocemos y entendemos lo que estamos haciendo, si usamos las soluciones de los otros como base para construir nuestras soluciones, y no para tratar de usar las que fueron desarrolladas en otras condiciones y contextos a la solución de nuestros problemas. La capacidad de uso del conocimiento incluye, por lo tanto, las capacidades de crearlo, comprenderlo, transferirlo, adaptarlo, modificarlo, enriquecerlo, venderlo, etc.

131

## **Distintos niveles en el impacto**

Todas las formas de precisar el concepto de impacto reseñadas pueden aplicarse en varios niveles y es útil, para organizar metodológicamente este trabajo, distinguir tales niveles.

### **Nivel micro**

El nivel micro de análisis está centrado sobre el grupo de investigación. Los propósitos del grupo están consignados en su fundación y se desarrollan a través de proyectos. Los objetivos y justificaciones de los proyectos serán por lo tanto fuente documental para analizar los propósitos. Los productos del grupo son directamente los de su acción investigativa y se concretan en publicaciones, formación de personas, asesorías, etc. Los logros se miden por el acuerdo entre lo buscado en los proyectos y lo obtenido en sus resultados. Es difícil hablar de efectos cuando se

piensa en los de un solo grupo de investigación. En general, los efectos sociales se logran por la acción de varios grupos y de muchos proyectos. El impacto de las actividades de ciencia y tecnología en el nivel micro se puede analizar a través de estudios de caso de grupos adecuadamente seleccionados, cuyos productos y logros se indaguen.

### **Nivel macro**

Se considerará el nivel nacional como el nivel macro, aunque claro está que el nivel internacional es más amplio. Los productos a nivel nacional pueden tomarse simplemente como la sumatoria de todos los productos en los niveles micro. Sin embargo, para analizar los logros en el nivel nacional es importante tener en cuenta los propósitos expresados en los planes de nivel nacional. En el caso colombiano, éstos incluyen los Planes Nacionales de Desarrollo, los Documentos Conpes, los acuerdos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y otros documentos de esta índole, como el “Libro Amarillo” que publicó Colciencias en 1991. Por su parte, los efectos en el nivel nacional son los más interesantes, puesto que se refieren a los cambios en la sociedad colombiana producidos por las políticas y actividades de ciencia y tecnología.

### **Niveles intermedios**

132

Si bien luego de haber planteado los niveles macro y micro puede parecer razonable hablar de un “nivel meso”, lo cierto es que entre los dos niveles planteados hay grados intermedios que incluyen, por ejemplo, el nivel de las instituciones, el de los departamentos, así como otras divisiones políticas territoriales, por ejemplo, el de las regiones y, de manera importante, el de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología. En todos ellos los productos se dan por agregación de los productos del nivel micro de los grupos asociados. No obstante, llevar a cabo esta agregación es un trabajo difícil y conceptualmente incompleto, puesto que no es clara, por ejemplo, la definición de cuáles son los grupos que pertenecen a un Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, debido precisamente a la apertura con la que fueron definidos tales programas. Así, muchos grupos “pertenecen” al programa de ciencias básicas porque su trabajo se desarrolla esencialmente en el campo de la biología molecular pero, al mismo tiempo, “pertenecen” al de biotecnología porque ese trabajo se orienta a producir anticuerpos monoclonales, lo que los hace “pertenecer” también al de ciencias de la salud, pues el propósito de los anticuerpos es generar vacunas, o al de ciencias agropecuarias si las vacunas se refieren a salud pecuaria. Por ello, no puede construirse la suma de productos de un Programa Nacional simplemente agregando la de grupos.

La matriz siguiente, a la que llamamos Matriz de impacto sistémico, sintetiza la forma de considerar productos, logros y efectos en los tres niveles.

Figura 2. Matriz de impacto sistémico

	Productos	Logros	Efectos
Micro (Grupo)	<p>Productos de I+D del grupo</p> <p>Artículos, libros, ponencias, tesis, patentes, normas, mercancías, etc.</p>	<p>Acuerdo entre los propósitos de los proyectos de investigación del grupo y sus productos.</p>	<p>Difícil de precisar</p>
Intermedio (Programa Nal de Ciencia y Tecnología)	<p>Suma de los productos de los grupos del Programa Nacional</p> <p>Difícil de precisar</p>	<p>Acuerdo entre los propósitos del Programa Nacional y los resultados visibles en los distintos ámbitos en que despliega su acción.</p>	<p>Consolidación de comunidad, impacto económico, construcción de redes, capital social en el ámbito del programa.</p>
Macro (Nación)	<p>Suma de todos los productos de todos los grupos nacionales.</p>	<p>Acuerdo entre los resultados agregados de todos los grupos y los planes nacionales de desarrollo de Ciencia y Tecnología.</p>	<p>Cambios notorios en la sociedad colombiana o en grupos sociales importantes como resultado de las políticas y actividades de Ciencia y Tecnología.</p>

Es notorio que si el nivel intermedio es el de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, las tres casillas de la diagonal principal son la vía por la que se mueve el impacto y hay una transferencia importante entre ellas: el conjunto de resultados de todos los grupos, más que constituir “el resultado” del Programa Nacional, representa el principal aporte a los logros de tal programa.

Así, aunque los logros del programa están relacionados, de acuerdo con la expresión de sus propósitos, con la formación de redes, la consolidación de comunidades científicas, el acercamiento de la universidad y la empresa, etc., si los grupos no hicieran investigación y no obtuvieran resultados reales, la simple declaración formal de la existencia de redes o de asociaciones no constituiría ningún impacto real. Recíprocamente, los esfuerzos de conformación de tales formas de capital social dan sentido a proyectos de los grupos que si quedaran aislados tendrían mucho menor impacto. Otro tanto puede decirse sobre cómo el logro de los propósitos de los programas en cuanto a la conformación de capital social adquiere sentido si efectivamente producen cambios en grupos sociales importantes.

### La definición de la política

Como ya se ha dicho, la política de ciencia y tecnología, tanto al nivel nacional como a los varios niveles intermedios, suele quedar ampliamente documentada en muchos textos. La existencia de estos textos permite un verdadero análisis de los logros y,

por lo tanto, del impacto<sup>4</sup> como resultado de la acción deliberada. La política es un proceso de decisiones documentadas, que da directrices, convoca actores y brinda estrategias para alcanzar estados deseados en la sociedad y el medioambiente. Las estrategias involucran recursos, instituciones y acciones para lograr amplitud en objetivos planteados, los cuales son la base para medir los logros.

### **El impacto de los programas nacionales de ciencia y tecnología en Colombia**

Puesto que la intención deliberada que mejor ha quedado formalizada y documentada en el caso colombiano es la que se organiza alrededor de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, el estudio de éstos se torna pieza central en un análisis de impacto.

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología colombiano se organizó en once programas nacionales de ciencia y tecnología y varios “programas estratégicos transversales.” Los Programas Nacionales corresponden a una definición legal: según el Decreto 585 de 1991, un Programa Nacional de Ciencia y Tecnología es “un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales, que se materializa en proyectos y otras actividades complementarias que realizarán entidades públicas o privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales”. Por lo amplio de la definición y su referencia a la comunidad de practicantes, esta definición retoma de las ideas de Lakatos. Sin embargo, coloca también como autoridad responsable del Programa al Consejo del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, y le otorga a éste la misión de “aprobar las políticas de investigación, fomento, información, comunicación, capacitación, regionalización, promoción y financiación del programa, dentro de las directrices fijadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Orientar, previo un amplio proceso de consulta a nivel regional y nacional, la elaboración de los planes del programa y aprobarlos. Promover la consecución de recursos públicos y privados para el programa y asignarlos entre los distintos proyectos de investigación, transferencia, apropiación y demás actividades, previo estudio evaluativo de su calidad adelantado por la secretaría técnica y administrativa del programa y responder por la adecuada ejecución del programa”.

134

De esto se desprende que la gran ventaja para realizar una medida de impacto es que la acción de programar está confiada en este caso a un cuerpo colegiado formal, que ha venido dejando en sus actas y en los libros publicados un cuerpo documental que permite saber qué ha sido lo deseado y cómo se ha concertado. Al mismo tiempo se puede seguir en estos documentos cuáles han sido los medios con los que se ha contado para poner en marcha esas políticas y por cuya “adecuada ejecución” debe responder el Consejo.

<sup>4</sup> Cuando se habla de políticas públicas se debe tener siempre presente que los actores de la sociedad pueden diferenciarse en dos grandes grupos: los beneficiados o “ganadores” y los afectados o “perdedores”, y que cuando deben realizarse inversiones públicas, el término de costo de oportunidad esta referenciado.

## Dos ejemplos de caso

Finalmente, y teniendo en cuenta esta presentación general, se desarrollarán en detalle dos estudios de caso: el Programa Nacional de Biotecnología y el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas.

Para construir la información se realizó un proceso de identificación y clasificación de fuentes internacionales. En el caso de las revistas y los artículos, por ejemplo, se recurrió a la red Scienti, que brindó información sobre los productos que los investigadores ingresaron en GrupLAC (nivel formal del dato), el ISSN internacional (que sirvió para comprobar la existencia de las revistas) y las bases de datos del ISI (Social Science Citation Index, Science Citation Index y Journal Citation Reports), CAB, PsycInfo, Index Medicus, entre otros sistemas de indexación y resumen que hablan de la circulación internacional de los artículos. El control de calidad realizado mostró que, a pesar de la gran cantidad de datos que logramos obtener de la base GrupLAC-Colombia, un gran porcentaje no pasaba el control estructural. A medida que se avanzó en el procedimiento, la cantidad de datos bien formados, verificados y con circulación disminuyó.

Para cada uno de los programas se estudiaron los documentos de planeación y las actas de los Consejos respectivos, los libros de los simposios y los resultantes de la planeación prospectiva. Se realizaron entrevistas a actores destacados en ambos casos y de esta manera se obtuvo información general sobre los propósitos.<sup>5</sup> Luego se estudiaron los proyectos analizados por Colciencias en cada uno de ellos, desde 1991 hasta 2002, centrando la atención tanto en los aprobados como en los no aprobados y analizando la concordancia entre las políticas declaradas y su concreción en los proyectos.

135

Una de los primeros datos que surge al estudiar las actas y entrevistar a antiguos consejeros es que los Consejos perdieron con frecuencia la brújula y se dedicaron primordialmente a administrar los magros recursos de Colciencias, distribuyéndolos al mejor postor. Es decir, a pesar de todo el esfuerzo político realizado para que Colciencias fuera algo más que un Fondo (antes de 1990 era el "Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales Francisco José de Caldas" adscrito al Ministerio de Educación Nacional) y pasara a ser el Instituto Colombiano para el Fomento de la Ciencia y la Tecnología, cuestión que se ha olvidado con facilidad, esta institución sigue siendo un Fondo y los flamantes Consejos, con todo y Triángulo de Sábato en su interior, no han sido muchas veces más que comités de crédito de Colciencias.

<sup>5</sup> Para el área de biotecnología fueron entrevistados Myriam de Peña (jefe del programa), Elizabeth Hodson (investigadora y jefe del programa en el periodo 1992-1999), Dolly Montoya (consejera del programa), Patricia del Portillo (consejera del programa), Lucía Atehortúa (investigadora), Claudia Forero (directora de la Unidad de Proyectos Especiales del ICA), Nelma Sánchez (asesora del programa), Ricardo Torres (primer jefe del programa), Rafael Aramendia (asesor del programa), Andrés Laignelet (investigador) y Jorge Ahumada (asesor del programa). Para el área de ciencias sociales y humanas fueron entrevistados Juan Plata (jefe del programa), Ciro Angarita (consejero del programa), Karl Langebaek (consejero del programa), Francisco Gutiérrez (investigador), Roberto Pineda (investigador), Guillermo Hoyos (consejero del programa) y Ligia Echeverri (investigadora).

## Un ejemplo con impactos positivos: el Programa Nacional de Biotecnología

El objetivo central de los programas nacionales de ciencia y tecnología es contribuir a la conformación de una capacidad de uso del conocimiento fundamentada, principalmente, en una comunidad de personas formadas que puedan debatir y tomar decisiones en el campo de la política, la legislación, y la investigación económicamente viable y científicamente factible. En general, estos programas han movilizadado investigadores hacia temáticas consideradas de prioridad nacional financiando, fundamentalmente, proyectos de investigación y organizando eventos para integrar a científicos, empresarios, hacedores de política pública, académicos y comunidad internacional en la coordinación de acciones.

La decisión de apoyar la biotecnología formando un programa en 1991 se tomó bajo la premisa del alto potencial que representa este campo “y su posible impacto en aspectos económicos, sociales, culturales y políticos” (Hodson, Forero y Carrizosa, 2003: 60). “La biotecnología tiene mucho que ofrecer y puede tener un impacto positivo en la seguridad alimentaria y en la sostenibilidad de la agricultura, en la salud, en la utilización y valoración de nuestra biodiversidad” (Pacheco de Peña, 2002: 13). La política central de este programa ha sido crear una masa crítica e institucionalizarla en torno a la biotecnología, para que se convierta en una comunidad que progresivamente responda a los retos que trae consigo la globalización y los cambios socioeconómicos en el país. Esta política ha facilitado la formación de investigadores en el exterior y la participación de investigadores en redes internacionales que han posibilitado la transferencia tecnológica. También ha permitido la creación de espacios donde la comunidad debate sobre temas como bioseguridad, propiedad intelectual, normatividades y leyes, relaciones entre la academia y la industria, mecanismos de negociación, la articulación de la investigación en torno de las cadenas productivas, mercados nacionales e internacionales, e indicadores de ciencia y tecnología, con el fin de que se desarrollen iniciativas y actividades que en su conjunto se encaminen a conseguir los cambios deseados. Luego de haber contextualizado estas acciones, es posible afirmar que el Programa Nacional de Biotecnología ha tenido impactos positivos claramente identificables.

136

La *matriz de impacto sistémico* es un instrumento que permite organizar y estructurar la información obtenida del objeto de estudio, de forma tal que se pueda evidenciar la producción en ciencia y tecnología, la producción en biotecnología, las políticas y regulaciones, y la intervención de éstas en la aparición de efectos como la articulación de redes, las reorientaciones temáticas y los cambios en otra serie de indicadores. A los efectos de este estudio de caso, la matriz se aplica en la siguiente forma:

	<b>Productos</b>	<b>Logros</b>	<b>Efectos</b>
<b>Micro</b>	Publicaciones, tecnologías, servicios científicos y tecnológicos y actividades de educación y formación existentes sobre el objeto de estudio	Consecución de objetivos particulares propuestos (verificación a partir de los productos de los proyectos de I+D)	Reorientaciones temáticas, formación de redes e incremento de investigaciones conjuntas
<b>Intermedio</b>	Agregado de productos según áreas de trabajo y temáticas y según clasificaciones del programa	Propuestas del programa contra los resultados alcanzados  Políticas sectoriales del objeto de estudio, tanto públicas como privadas (ministerios y gremios)	Organización temática de actividades de CyT en el tiempo  Redes de política y redes sociales articuladas en el área de éste
<b>Macro</b>	Productos apropiados y productos que se generan por el nuevo conocimiento que se encuentran en un mercado	Consecución de objetivos propuestos por el gobierno nacional en los planes de desarrollo en relación con los planes de CyT	Cambios generados Indicadores de productividad, competitividad y desarrollo social

Es interesante notar que mientras los productos en la primera columna pueden ser vistos como agregaciones en los niveles, es a lo largo de la diagonal donde se mueve el impacto: el impacto de un grupo puede ser medido por sus productos, pero el impacto de un programa nacional puede ser medido en relación con su capacidad de constituir redes de política que posibiliten el cumplimiento de lo propuesto por las políticas nacionales y sectoriales, y propician la aparición de efectos. Finalmente el impacto de todas las políticas en el nivel macro está más claramente vinculado a los cambios en la sociedad producidos por todas las actividades de ciencia y tecnología. Así, la construcción de la matriz permite ordenar y relacionar las tres clases de resultados en los diferentes niveles sociales, para lograr una mejor comprensión de los impactos en la sociedad.

137

Para hacer un estudio minucioso del impacto que genera el Programa Nacional de Biotecnología, definimos una nueva matriz que llamamos Matriz de las actividades científicas y tecnológicas, en la cual relacionamos los resultados en los siguientes ámbitos de impacto:

- **Académico:** se refiere a todas aquellas actividades de ciencia y tecnología que buscan esencialmente la comprensión de determinados temas, el avance del conocimiento en un asunto determinado o en los fundamentos de una ciencia o disciplina particular. Se concreta principalmente en artículos y libros dirigidos a los especialistas del tema en cuestión.
- **Tecnológico:** supone todas aquellas actividades que buscan esencialmente el trabajo industrial o productivo, dentro de estrategias económicas. Incluye toda la

actividad industrial y de servicios del país. Se concreta en nuevos procesos y productos, patentados, registrados o no, y el impacto puede medirse por variables económicas y de mercado.

- **Social:** supone todas aquellas actividades de ciencia y tecnología que buscan esencialmente el desarrollo de políticas sociales que incidan en sectores específicos de la población. Se concreta principalmente en normas, leyes y protocolos, resultantes de la investigación sobre determinada realidad.

	Productos	Logros	Efectos
Académico	Proyectos y publicaciones de I+D básica.	Proyectos del programa en relación con la producción y publicación de nuevo conocimiento.	Redes de co-autorías, de citaciones, y de temáticas trabajadas. Desarrollo de pregrados y postgrados sobre las áreas del conocimiento, creación de nuevos grupos, etc.
Tecnológico	Proyectos y productos de I+D aplicada y experimental.	Propuestas del programa en relación con la producción y transferencia de tecnología, así como las propuestas sobre innovación y desarrollo empresarial.	Productos apropiados y variaciones en la competitividad y la productividad de las empresas del objeto de estudio.
Social	Productos apropiados y productos que se generan por el nuevo conocimiento que se encuentran en un mercado. Listados de demandas sociales y cruces con las ofertas en I+D aplicando la metodología RYCYT.	Consecución de los objetivos propuestos por el programa en materia social, que en coordinación con otras instituciones generalmente se materializan en normas, regulaciones, leyes y políticas públicas.	Número de suscriptores a las revistas, los índices en los que circulan, cantidad de números vendidos. Número de conferencias, talleres, seminarios y cursos. Número de medios de comunicación masivos que difunden temas de CyT. Cambios de indicadores sociales, económicos, de desarrollo humano, etc.

138

## Pasos metodológicos

### 1. Para el nivel micro:

a) registrar en el instrumento de impacto la información sobre las actividades científicas y tecnológicas; b) identificar las actividades conjuntas; c) hacer un estudio bibliométrico y lexicométrico sobre los productos; d) identificar los demás productos generados, como el registro de nuevas variedades vegetales, patentes, vacunas, insumos agrícolas, etc.

## 2. Para el nivel meso:

a) estudiar los documentos generados por la secretaría técnica del programa y extraer las propuestas realizadas sobre el objeto de estudio; b) identificar las demás políticas sectoriales que intervienen sobre el objeto de estudio y evidenciar las que fueron ejecutadas en coordinación y cooperación con el programa; c) establecer, de acuerdo con lo fijado en las políticas sectoriales y de programa, los objetivos alcanzados por los desarrollos de los proyectos y actividades científicas y tecnológicas enunciadas en el nivel micro; d) identificar redes de trabajo cooperativo (CDT-Universidad, Universidad-empresa, CDT-empresa, CDT-Universidad-empresa); e) filtrar del agregado de productos del nivel micro los que fueron apoyados por la dirección del programa.

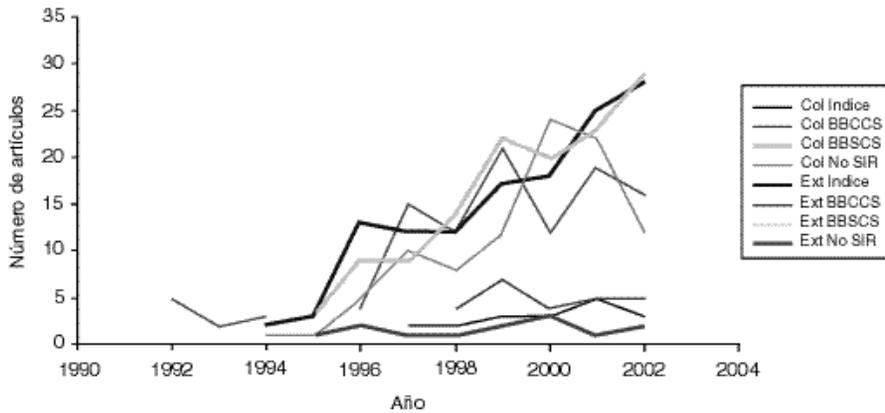
## 3. Para el nivel macro:

a) recopilar las políticas y legislaciones que hacen referencia al objeto de estudio; b) recopilar estadísticas sobre el desempeño económico del objeto de estudio, en un lapso determinado y determinar la contribución económica de los productos desarrollados en el nivel micro al desempeño del sector del que hace parte el objeto de estudio; c) analizar artículos y noticias en los medios de comunicación que hacen referencia al objeto de estudio; d) hacer entrevistas a los investigadores, a los hacedores de políticas y a las comunidades que tiene relación con el objeto de estudio; e) analizar los cambios ocurridos y construir los indicadores de apropiación de productos, personal capacitado, etc., que dan cuenta de ello.

139

Las conclusiones al aplicar esta metodología son claras: existe, en primer lugar, una formación importante de capital conocimiento en el campo de la biotecnología (ver gráfico 1). El capital conocimiento hace referencia al patrimonio que existe con la acumulación de conocimiento codificado e incorporado. Las publicaciones en este campo han aumentado de manera importante desde la creación del programa y lo han hecho en revistas y medios de calidad controlada y visibilidad asegurada. Se han formado redes internacionales, tal como lo demuestra la participación en el International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB) y el Centro Argentino Brasileño de Biotecnología (CABBIO), en las que los investigadores colombianos han logrado ser recibidos y comienzan a jugar un papel importante que queda demostrado por sus resultados. Los esfuerzos de cooperación con Alemania organizados alrededor de Expohannover también comenzaron a dar frutos.

**Gráfico 1. Artículos por Sistema de Indexación de Revistas - SIR de la revista y por año según grupos cuyo programa nacional principal es biotecnología**

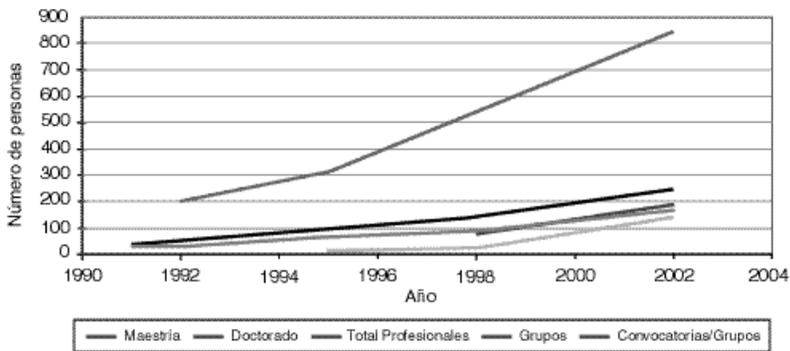


Referencias: Col Índice (Revista colombiana indexada); Col BBCCS (Revista colombiana en base bibliográfica con comité de selección); Col BBSCS (Revista colombiana en base bibliográfica sin comité de selección); Col No SIR (Revista colombiana no indexada); Ext Índice (Revista extranjera indexada); Ext BBCCS (Revista extranjera en base bibliográfica con comité de selección); Ext BBSCS (Revista extranjera en base bibliográfica sin comité de selección); Ext No SIR (Revista extranjera no indexada).

140

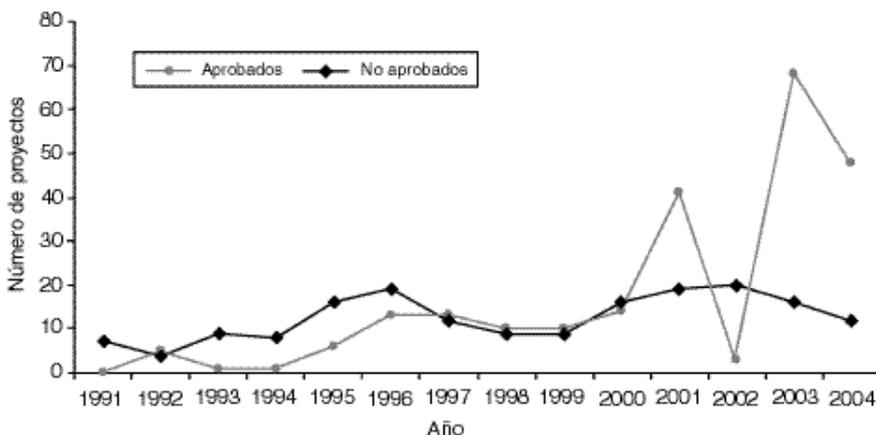
Se puede hablar de importantes esfuerzos en la formación de capital humano (ver gráfico 2), representados en personas formadas a nivel doctoral, tanto en Colombia como en el extranjero.

**Gráfico 2. Personas en biotecnología**



Es interesante observar el comportamiento de otro de los elementos que se encuentran en el nivel micro de análisis: los proyectos de los grupos de investigación nacionales (ver gráfico 3). Al parecer, a través del tiempo la pertinencia de los proyectos presentados al Programa Nacional de Biotecnología ha descendido y actualmente es mayor la tasa de proyectos no aprobados que la de aprobados.

**Gráfico 3. Proyectos aprobados y no aprobados por el Consejo del Programa Nacional de Biotecnología**



141

El dinamismo de la investigación en biotecnología se ha incrementado en los últimos años, aunque en la década del noventa se contó con avances importantes. Muchos de estos avances se han concretado en productos tangibles, verificables y circulantes (ver tablas), por ejemplo, libros y capítulos de libros en los años 2000 y 2001, y en productos o procesos patentados en el año 1999 y 2001.

Tipo Producto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Libros		2	2	5	3	4	3	10	29
Capítulos de libros	1	2	1	7	3	14	24	4	56

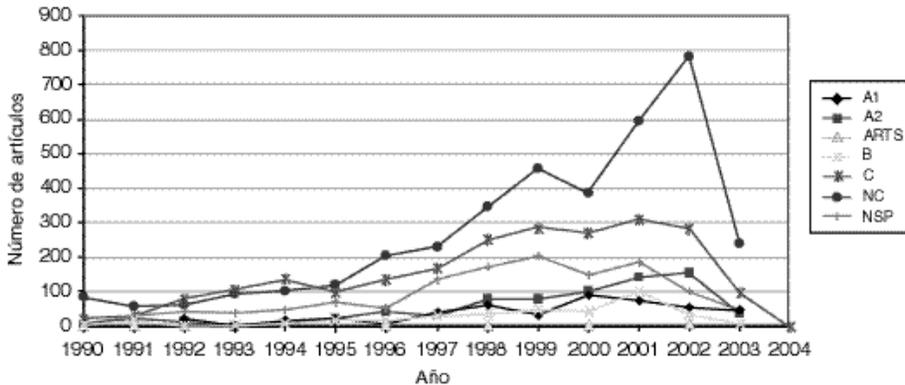
Tipo Producto	1999	2000	2001	2002	Total
Diseño industrial registrado		2			2
Producto o proceso patentado	3		4	1	8
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>10</b>

## Un ejemplo con poco impacto positivo: el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas

El análisis de este programa a partir de la metodología que ha sido descrita permite concluir que los esfuerzos hechos a lo largo de catorce años por el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas han tenido un escaso impacto positivo.<sup>6</sup>

Los resultados medidos en capital conocimiento con las herramientas que se han desarrollado en Colombia revelan una producción que, en grandes porcentajes, no se encuentra en índices que aseguren su calidad y circulación (ver gráfico 4).

**Gráfico 4. Número de artículos en CvLAC por año según categorías de revistas en Publindex y Homologación de abril del 2002**



142

En el gráfico, A1 y A2 corresponden a las revistas que pasan mejores índices de calidad en la indexación. B y C cumplen respectivamente requisitos menos serios. La clasificación NC corresponde a las revistas que se han presentado para ser clasificadas pero no lo lograron, mientras que las NSP son revistas que no se han presentado para ser calificadas. La clasificación ARTS corresponde a revistas que no hemos podido encontrar, no tienen ISSN, no aparecen en los directorios generales y muchísimo menos en índices de publicaciones seriadas. Son, estrictamente, invisibles.

<sup>6</sup> Para un análisis más detallado ver Daza y Buchelli (2004) y Murcia y Llanos (2004).

El análisis de Murcia y Llanos (2004) de las publicaciones reseñadas por los Grupos de Ciencias Sociales y Humanas inscritos en CV-LAC a comienzos de 2004, utilizando los criterios desarrollados por Colciencias para la indexación de revistas colombianas -Publindex- y para la homologación de publicaciones extranjeras, además de una búsqueda exhaustiva de las publicaciones mencionadas en todo tipo de índices y bases de datos bibliográficos, lleva a que un 58% de las publicaciones aparecen en revistas de las cuales no fue posible conseguir información, es decir, en revistas invisibles. Otro 18% aparece en revistas que se presentaron a la convocatoria Publindex de 2002 y no lograron demostrar los estándares más bajos de calidad y 6% más corresponde a revistas que se habían presentado a convocatorias anteriores de Publindex y no lo volvieron a hacer en 2002. Es decir, el 80% del trabajo de publicación en revistas de los grupos de ciencias sociales resulta irrelevante por su escasa visibilidad o calidad. Este es un balance muy negativo.

Por otra parte, el Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas ha tenido la permanente preocupación de distribuir regionalmente los recursos generando mayor cobertura geográfica y ha realizado acciones deliberadas orientadas en tal sentido para apoyar a los grupos de ciudades distintas a Bogotá, Medellín y Cali. El balance de este esfuerzo es también negativo. Como muestran Murcia y Llanos (2004), al comenzar el programa la concentración en estas tres ciudades era del 70% y a lo largo de la vida del programa, tal concentración ha sobrepasado el 90%.

El Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas ha buscado activamente la conformación de redes. De ellas, una importante es la de antropólogos del Amazonas, que después de un buen comienzo perdió el impulso. Otras, como la de estudios jurídicos, no tuvieron mucha mejor suerte.

143

## **Conclusión**

Hemos desarrollado una metodología útil para medir el impacto de políticas de ciencia y tecnología. El enfoque en las políticas no es una limitación, sino una fortaleza, puesto que todo nuestro razonamiento inicial conduce a concluir que sólo tiene sentido medir impactos de acciones programadas y poniendo atención a la programación de tales acciones. En el caso de la ciencia y la tecnología de una nación, tal programación se concreta en las políticas de todos los niveles: desde el nivel macro que coincide con el nacional, hasta el nivel micro de los grupos de investigación, pasando por muchos niveles intermedios. Nuestro análisis de los resultados de la acción de ciencia y tecnología organizados en productos, logros y efectos, e identificables en varios niveles, es un avance hacia la medición del impacto de la ciencia y la tecnología y la elaboración de indicadores.

Aplicamos la metodología a dos estudios de caso en Colombia: los Programas Nacionales de Biotecnología y Ciencias Sociales. Sin duda que la descripción que hacemos del impacto de los dos Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología tomados como ejemplo es resumida y esquemática. Se intentará en posteriores trabajos desarrollar más el tema y completar nuestras afirmaciones; sin embargo, en

lo esencial, éstas son exactas y muestran dos ejemplos: un programa que ha alcanzado cotas de impacto importantes en los diez largos años que lleva funcionando, y otro que no muestra los mismos resultados positivos. Así, la metodología exhibe características suficientemente discriminantes y permite la medida de los impactos y la caracterización de los mismos.

## Bibliografía

BOUITELAAR, R. (2001): *¿Cómo crear competitividad colectiva? Productividad y Competitividad. La estrategia económica del Tolima*, Centro de Productividad del Tolima, Colciencias.

CALLON, M. (2001): "Redes tecno-económicas e irreversibilidad", *Redes, revista de estudios sociales de la ciencia*, Número 17, Volumen 8, Buenos Aires.

CHARUM, J. (1999): "Un modelo de análisis para el seguimiento de la actividad investigativa", en F. Zalamea (comp.), *Memorias del seminario Contextos investigativos e indicadores académicos*. Universidad Nacional de Colombia, División de investigación.

CHARUM, J. y PARRADO, L. (1995): *Entre el productor y el usuario, la construcción social de la utilidad de la investigación*, ICFES Universidad Nacional de Colombia.

COZZENS, S. y BORTAGARAY, I. (2001): "S&T Policy for Human Development - the logic of outcome indicators", en RICYT: *Indicadores de Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Agenda 2002*, Buenos Aires, RICYT.

DAGNINO, R. (1997): "La interfase política e indicadores de CyT: Nuevas tendencias en América Latina", en H. Jaramillo y M. Albornoz (ed.): *El universo de la medición: La perspectiva de la ciencia y la tecnología*, Bogotá, Colciencias-RICYT-TM Editores.

DAZA, S. y BUCHELLI, V. (2004): *Documento interno*, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

ESSER, K.; HILLEBRAND, W.; MESSNER, D. y MEYER-STAMER, J. (1996): "Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política", *Revista de la CEPAL*, Número 59, Santiago de Chile.

ESTÉBANEZ, M.E. (1997): "La medición del impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social", ponencia en el *Taller de Indicadores de Impacto de la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Social*, organizado por la RICYT, Mar del Plata, Argentina, 11 y 12 de diciembre.

FERNÁNDEZ POLCUCH, E. (1999): "La medición del impacto social de la ciencia y tecnología", ponencia en el *IV Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología*, organizado por la RICYT, disponible en <http://www.ricyt.org> y en <http://www.oei.es/ctsiima/polcuch.pdf>

HODSON, E., FORERO, C. y CARRIZOSA, S. (2003): "Políticas públicas en biotecnología agroalimentaria y bioseguridad en Colombia", en *Biotecnología: Políticas públicas y aceptación social en Argentina, Brasil; Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España y México*, Subprograma III: Biotecnología, Red Multimodal de Vinculación y Desarrollo Biotecnológico REVDYDET, Buenos Aires.

ITZCOVITZ, V., FERNÁNDEZ POLCUCH, E. y ALBORNOZ, M. (1998): "Propuesta metodológica para la medición del impacto de la CyT sobre el desarrollo social", ponencia en el *Segundo Taller sobre Indicadores de impacto de la Ciencia y Tecnología en el Desarrollo Social*, organizado por la RICYT, La Cumbre, Córdoba, diciembre.

LEYDESDORFF, L. (2002): "The Evaluation of Research and the Scientometric Research Program: Historical Evolution and Redefinitions of the Relationship", en *Studies in Science of Science*, disponible en <http://users.fmg.uva.nl/lleydesdorff/sss03/>.

LICHA, I. (1994): "Indicadores endógenos de Desarrollo Científico y Tecnológico", en Martínez, Eduardo (ed.): *Ciencia, Tecnología y Desarrollo: Interrelaciones Teóricas y Metodológicas*, Caracas, Nueva Sociedad. UNU, UNESCO, CEPALILDES, CYTED.

145

LÓPEZ CERESO, J.A. y LUJÁN, J.L. (2002): "Observaciones sobre los indicadores de impacto social", *Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología, sociedad e innovación*, Número 3, Mayo-Agosto, OEI.

MARTÍNEZ, E. y ALBORNOZ, M. [eds.] (1998): *Indicadores de ciencia y tecnología: estado del arte y perspectivas*, Caracas, Nueva Sociedad, UNESCO.

MURCIA, C. y LLANOS, E. (2004): *Documento interno*, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

OECD (2002): *Manual de Frascati*, edición de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT).

PACHECO DE PEÑA, M. (2002): "La biotecnología: fundamentos, aplicaciones y retos", *Colombia Ciencia y Tecnología*, Número 3, Volumen 20, Julio-Septiembre, Colciencias.

RIP, A. (2000): *Societal Challenges for R&D Evaluation Learning from Science and Technology Policy Evaluation*, School of Public Policy, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Estados Unidos, y Fraunhofer Institute for Systems and Innovations Research, Karlsruhe, Alemania.

RIP, A. y NEDERHOF, A. (1986): "Between dirigism and laissez-faire: effects of implanting the science policy priority for biotechnology in the Netherlands", *Research Policy*, Número 15.

SANDOVALDE ESCURDIA, J. y RICHARD MUÑOZ, M.P. (2003): *Los indicadores en la evaluación del impacto de programas*, México, Servicio de Investigación y Análisis, División de Política Social, Sistema Integral de Información y Documentación.

SEN, A. (1998): "Las teorías del desarrollo a principios del siglo XXI", *Cuadernos de Economía*, Número 29.

STAR, S. y GRIESEMER, J. (1989): "Institutional ecology, translations and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of vertebrate zoology", *Social Studies of Science*, Volumen 19.

UNITED NATIONS (2002): *The Biotechnology Promise: Capacity-building for Participation of Developing Countries in the Bioeconomy*, Commission on Science and Technology for Development.

VACCAREZZA, L. y ZABALA, J. (2002): *La construcción de la utilidad social de la ciencia: Investigadores en biotecnología frente al mercado*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes.

146 VILLAVECES, J. (2002): "Cultura científica. Factor de supervivencia nacional", *Innovación y Ciencia*, Volumen X, Números 3 y 4.

# Impacto social de la ciencia y la tecnología en Cuba: una experiencia de medición a nivel macro

**Armando Rodríguez Batista** (armando@citma.cu)  
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba

Este trabajo constituye un intento por medir el impacto social de la ciencia y tecnología en Cuba, en particular el provocado por la aplicación del nuevo conocimiento científico-tecnológico. La experiencia se ejecuta a nivel macro y consiste en la identificación de los principales productos, servicios, procesos y tecnologías con valor agregado por la ciencia y la tecnología, a partir de la aplicación de resultados de proyectos de I+D+I. El impacto social es medido a través de indicadores que caractericen el beneficio social aportado por cada producto evaluado. El estudio tiene como principal fuente de información a los usuarios del nuevo conocimiento. Basado en esta experiencia, se proponen las líneas fundamentales para el abordaje integral del impacto social de la ciencia y la tecnología en el contexto cubano.

147

**Palabras clave:** medición, impacto social, ciencia y tecnología, valor agregado, resultados de proyectos de I+D+I, usuarios de conocimiento.

*This paper aims at measuring the social impact of science and technology in Cuba in terms of the application of new scientific and technological knowledge. The experience is performed at the macro level and consists in the identification of the major products, services, processes and technologies with aggregate value, through the application of the results of R&D+I projects. The social impact is measured by indicators that describe the social benefit contributed for each evaluated product. The new knowledge's users are the principal source of information in this study. Based on this experience, the fundamental guidelines for the integral approach of the social impact of science and technology in the Cuban context are proposed.*

**Key words:** measuring, social impact, science and technology, aggregate value, results of R&D+I projects, knowledge users.

## 1. Introducción

La medición del impacto social de la ciencia y la tecnología constituye un tema pendiente para la mayoría de los países latinoamericanos. A pesar de la incorporación del mismo a las políticas de ciencia y tecnología y a la realización de proyectos de investigación que proponen su abordaje muy a tono con las características propias de nuestra región,<sup>1</sup> las experiencias de conceptualización y medición no han encontrado un marco de normalización como los ya existentes tanto para el impacto económico como para el científico.<sup>2</sup>

La importancia medular de la ciencia y la tecnología para el desarrollo económico y social es abordada en la Declaración sobre la Ciencia y el Saber Científico, fruto de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia efectuada en Budapest, en 1999: “lo que distingue a los pobres (sean personas o países) de los ricos no es sólo que poseen menos bienes, sino que la gran mayoría de aquellos está excluida de la creación y de los beneficios del saber científico”.

Si la ciencia y la tecnología están llamadas a jugar un papel estratégico en el desarrollo de los países, la política y la gestión de las mismas se tornan decisivas para llevar a vías de hecho un crecimiento paulatino de su capacidad de respuesta a las demandas económicas y sociales. En este sentido, la construcción de indicadores que reflejen la convergencia de la actividad de ciencia y tecnología con el desarrollo social se convierte en una necesidad particularmente importante para los países en desarrollo. “Si las grandes preocupaciones de la sociedad en los países de la región son la lucha contra la pobreza, el empleo y la productividad, necesitamos indicadores que den cuenta de la contribución de la ciencia y la tecnología a tales objetivos” (Albornoz, 1999).

En Cuba, el impacto social de la ciencia y la tecnología constituye un tema de actualidad y de particular interés, toda vez que el desarrollo de esta actividad tiene como objetivo principal la sociedad y, por ende, el propio hombre. Este trabajo se ocupa inicialmente de examinar el estado del arte del impacto social de la ciencia y la tecnología, haciendo énfasis en la conceptualización cubana sobre el tema. En un segundo momento, se analizan los resultados de la medición experimental del impacto social de la ciencia y la tecnología a nivel macro, teniendo como fuente fundamental el punto de vista de los usuarios del nuevo conocimiento generado. Finalmente, se proponen las líneas fundamentales a seguir en el país para el desarrollo integral del tema.

<sup>1</sup> Entre ellos, por ejemplo, el proyecto “Impacto social de la ciencia y la tecnología: conceptualización y estrategias de medición”, desarrollado en el Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior - REDES, de Argentina.

<sup>2</sup> El impacto en el conocimiento científico y tecnológico ha sido ampliamente abordado en la literatura especializada. Su medición se establece a partir de la implementación de indicadores bibliométricos (patentes, publicaciones, entre otras). El impacto económico, por su parte, recibió una atención e impulso particulares en la última década del siglo pasado, en paralelo con la tendencia a la implementación de sistemas de innovación en los diferentes países, esencialmente en los pertenecientes a la OCDE.

## 2. Impacto social de la ciencia y la tecnología

El impacto social de la ciencia y la tecnología es un aspecto relativamente poco tratado en la literatura especializada y en el que los organismos internacionales, con excepción de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), poco han incursionado. De hecho, entre los campos de aplicación de la investigación científica, sólo una minoría responde a cuestiones sociales. En el caso de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), únicamente se incluyen en esta área los objetivos “Desarrollo social y servicios sociales” y “Salud”, de entre los once propuestos. En adición, el nivel de agregación de éstos es demasiado alto, por lo que se hace imposible diferenciar con detalle en qué medida se pretende responder a necesidades sociales concretas (Fernández Polcuch, 2001).

El propio término “impacto” es entendido de forma diferente por diversos autores, si bien la noción de cambio es recogida en la mayoría de las aproximaciones. Fernández Polcuch (2001) define el impacto social de la ciencia y tecnología como “el resultado de la aplicación del conocimiento científico y tecnológico en la resolución de cuestiones sociales, enmarcadas en la búsqueda de satisfacción de necesidades básicas, desarrollo social, desarrollo humano o mejor calidad de vida, según el caso”, aunque esta definición está orientada específicamente al impacto de las políticas, por lo que no incluye otros posibles impactos, potenciales o fortuitos. Estébanez (2003) se apoya en la categoría “logros de la ciencia y la tecnología” para ubicar al impacto “como la medida de la influencia de tales logros”. Por ejemplo, “el descubrimiento de una vacuna contra el SIDA puede considerarse un logro científico, cuyo impacto social consiste en la influencia de la difusión y uso de esa vacuna en la disminución de la tasa de mortalidad por SIDA”.

149

La mayoría de los autores coincide en que “la terminología de la evaluación de resultados de investigación no está de ninguna manera estandarizada y que continúa en permanente desarrollo”, pero en general hay acuerdo en que el término “resultados” cubre el espectro de salidas, logros e impactos (Garret-Jones, 2000).

En general hay consenso en adoptar las siguientes definiciones:

- *Salidas*: son los productos rutinarios de la actividad científica, que pueden incluir publicaciones, papers, conjuntos de datos, cursos e investigación de grado, etc. Incluyen, además de las anteriores, patentes, equipamiento y software.
- *Logros*: se trata de los logros de la actividad de investigación: conceptuales, como una nueva teoría; prácticos, como una nueva técnica analítica; o físicos, como un nuevo dispositivo o producto.
- *Impacto*: es una medida de la influencia o beneficios de los logros de la investigación, tanto dentro de la comunidad científica (por los avances del conocimiento) como sobre la sociedad global.

Los impactos, a su vez, han sido clasificados de acuerdo con diferentes criterios como la tangibilidad, la interacción entre las salidas y la economía o la sociedad; su origen en un proyecto o programa de investigación; el corto o largo plazo; su aplicabilidad directa o inesperada y su carácter económico o social (Comisión Europea, 1999).

Por otra parte, “el impacto también puede presentarse bajo otras modalidades; puede ser efectivo o potencial, negativo o positivo, y operar mediatizado por los efectos de la ciencia en otros ámbitos distintos al desarrollo social (impacto económico, impacto cultural)” (Albornoz et al., 2003).

Bajo la noción de impacto social suelen incluirse diferentes cuestiones: impacto de las políticas de ciencia y tecnología; impacto del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad; e incidencia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social.

El impacto del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad caracteriza a los impactos en estrecha relación a los aspectos cognitivos, o sea, a los efectos de determinados conocimientos científicos y tecnológicos sobre la sociedad (...) por ejemplo: perfeccionamiento del sistema educativo, ahorro de energía, mejoramiento de la salud, cuyo origen es atribuible a la ciencia y a la tecnología. Tras la simplicidad de esta definición se oculta el carácter complejo de las vinculaciones entre conocimiento y cambio social. Las acciones basadas en la ciencia y la tecnología son condiciones necesarias, pero no suficientes, para ciertos tipos de cambios o innovaciones sociales. (Estébanez, 1998)

150

Las vías a través de las cuales impacta la ciencia y la tecnología pueden agruparse en dos: estructuras de mediación que conectan el conocimiento científico con los usuarios (por ejemplo, servicios de extensión agropecuaria, laboratorios educativos) y profesiones específicas que atienden estas funciones, y que se constituyen en comunidades o redes técnicas que acercan el conocimiento a la resolución de problemas prácticos (por ejemplo, interfases universidad-gobierno-industria) (Hozlner et al., 1987).

Esta perspectiva refuerza la idea de la mediación de los efectos de la ciencia y la tecnología sobre distintas dimensiones que conlleva finalmente a la obtención de un impacto social, lo que conduce al estudio no sólo de la ciencia y la tecnología o al impacto social, sino también a los “canales de vinculación” entre ambos. Albornoz (1998) se refiere a estos canales como “redes de intermediación”.

Rodríguez Batista (2003), al valorar el impacto social de un mapa de riesgo sísmico para un municipio, elaborado por un centro de investigaciones, ejemplifica:

(...) la existencia de redes de intermediación entre la producción del conocimiento científico (el mapa en sí) y su aplicación en beneficio social (toma de decisiones por parte del Gobierno municipal, trabajo conjunto con la Defensa Civil, asesoramiento por parte del propio centro de investigaciones donde se generó el nuevo conocimiento, interacción con la población potencialmente en peligro en caso de ocurrencia del fenómeno natural). (Rodríguez Batista, 2003)

Itzcovitz et al. (1998) reseñan la importancia de estas redes para la obtención del impacto:

Para que un conocimiento producido como resultado de la actividad de I+D pueda llegar a sus potenciales usuarios, no sólo es necesario que se perciba su necesidad, sino que también es imprescindible que sea efectiva su transmisión. Los actores privados demandantes de los servicios de desarrollo social actúan a través de diversas organizaciones de la sociedad civil, entre ellas las organizaciones no gubernamentales (ONGs). Son ellos los que pueden dar testimonio del impacto de esos programas sobre sus condiciones de vida efectivas, y por lo tanto de la eficacia de la utilización del conocimiento CyT en ellos involucrados. Los actores públicos involucrados son dependencias y programas estatales del sector social. (Itzcovitz et al., 1998)

151

El propio hecho de que sea el cliente o el beneficiario de los resultados provenientes directa o indirectamente de las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I) el actor al menos conceptualmente más adecuado para evaluar la existencia o no del impacto y su magnitud, nos aleja claramente de una dependencia exclusiva de indicadores provenientes de la investigación. De acuerdo con Van der Meulen y Rip (1995) "(...) es imposible medir los cambios sociales por iniciativas surgidas únicamente de la investigación, puesto que pueden surgir como una combinación de inputs que provengan de afuera y de adentro de la investigación."

En el caso específico de Latinoamérica, la determinación del impacto social es particularmente compleja, en virtud de que

La aplicación de conocimiento científico y tecnológico tiene lugar en condiciones estructuralmente desarticuladas y de limitados alcances. Los nexos entre los diversos actores (...) son precarios y, de manera análoga, existe aislamiento entre productores y usuarios de conocimiento, particularmente cuando estos últimos pertenecen al sistema productivo. (Licha, 1994)

El propio estudio del tema se obstaculiza por la heterogeneidad de criterios a la hora de identificar las prioridades sociales:

La dificultad persiste cuando se pretende definir los sectores o áreas problemáticas del desarrollo social más relevantes, y sobre la base de qué demandas sociales debe orientarse la actividad de ciencia y tecnología. En los países de América Latina, y en la Argentina en particular, dichas áreas se configuran en función de problemas sociales relevantes, tales como la pobreza, la marginación social, el desempleo, la salud o la educación entre otras. Sin embargo, su caracterización no presenta homogeneidad dado que responde a los diversos criterios adoptados por cada una de las fuentes institucionales que definen el problema en función sobre todo de sus propios requisitos y necesidades funcionales. (Albornoz et al., 2003)

La evaluación del impacto social en proyectos de I+D+I en centros tecnológicos ha sido abordada por Mendizábal et al. (2003). Las categorías en las que se integran los impactos son medio ambiente, aspectos sociales, sistema de innovación, empleo y aspectos económicos. La estrategia de selección de impactos escogida -abajo-arriba- es coherente con el análisis micro que se realiza, específico para cada proyecto, y donde es conveniente alejarse de categorías generales para la medición del impacto.

152 Los métodos retrospectivos, por su parte, han sido utilizados desde los años sesenta para la medición de impacto (Kostoff, 1995). Estas experiencias pueden ser de dos tipos: "hacia atrás" y "hacia adelante".<sup>3</sup> El método "hacia atrás" es más útil, según Kostoff, por dos razones: "1) los datos son más fáciles de obtener, ya que el seguimiento hacia adelante es esencialmente imposible para investigaciones que evolucionan, y 2) los patrocinadores tienen poco interés en examinar investigaciones que pueden haber ido a ninguna parte." En cualquier caso el autor considera necesario la existencia de "un sistema de seguimiento a largo plazo de productos de la investigación para recoger los datos necesarios". Todos estos métodos retrospectivos tienen como defecto central su condición de "anecdóticos" y el hecho de que resulta prácticamente imposible construir indicadores cuantitativos a partir de ellos.

<sup>3</sup> Algunas de las experiencias reseñadas -resumidas por Fernández Polcuch (2001)- son las siguientes: 1) Proyecto "Hindsight": fue un estudio retrospectivo realizado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos en los años sesenta para identificar los factores gerenciales relevantes para garantizar que los programas de I+D sean productivos y que sus resultados sean utilizados. Para ello se rastrearon los puntos críticos de I+D, a partir del análisis de veinte sistemas de armas. Se trataba de un estudio netamente "hacia atrás"; 2) Estudios "TRACES" ("huellas"): en 1967, la National Science Foundation (NSF) inició un estudio para buscar en forma retrospectiva los eventos clave que llevaron a un cierto número de innovaciones tecnológicas mayores. A este estudio le siguió cierto número de trabajos posteriores, con una metodología similar. Uno de sus objetivos fue proveer información acerca del rol de los distintos mecanismos, instituciones y tipos de I+D necesarios para una innovación tecnológica exitosa. Al igual que en el caso anterior, se trató de un estudio "hacia atrás"; 3) Estudios "Accomplishment" ("de éxitos"): fueron realizados a partir de proyectos de alto impacto seleccionados especialmente. Tuvieron como objetivo identificar las causales del éxito y del impacto de estos proyectos. La metodología utilizada fue del tipo "hacia adelante".

### 3. El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica cubano

El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (SCIT) cubano es la forma organizativa que permite la implantación participativa de la política científica y tecnológica que el estado cubano y su sistema de instituciones establecen para un período determinado, de conformidad con la estrategia de desarrollo económico y social del país y de la estrategia de ciencia y tecnología que es parte consustancial de la anterior.<sup>4</sup> El sistema cubre un espacio muy amplio que va desde la asimilación, generación y acumulación de conocimientos hasta la producción de bienes y servicios y su comercialización, pasando, entre otras, por actividades tales como las investigaciones básicas, investigaciones aplicadas, los trabajos de desarrollo tecnológico, desarrollo social y de gestión, las actividades de interfase, etc. El organismo rector metodológico del SCIT cubano es el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

La planificación de la ciencia y la innovación tecnológica en Cuba se realiza a partir de un Sistema de Programas y Proyectos, que incluye la conformación de Programas Nacionales, Ramales y Territoriales. Paralelamente, se conciben proyectos mayoritariamente institucionales, que no están asociados a ninguno de los programas mencionados. En promedio, en el país se ejecutan anualmente más de 3.000 proyectos y alrededor de 300 programas en los niveles señalados. El financiamiento público a este sector se otorga por medio de la aprobación del Plan Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica, por medio de la Asamblea Nacional del Poder Popular, como parte del Presupuesto del País, y se refleja como Ley de la Nación. En el período comprendido entre 1990 y 2002, este financiamiento ha mantenido un crecimiento promedio anual del 4%, algo superior al alcanzado por el PIB en ese mismo intervalo de tiempo.<sup>5</sup> Esta es la principal fuente de financiamiento de la actividad científico tecnológica en el país, abarcando más del 60% del total de gastos corrientes. Otras fuentes son el financiamiento empresarial (mayoritariamente empresas públicas) con el 31% y el financiamiento externo (5%).

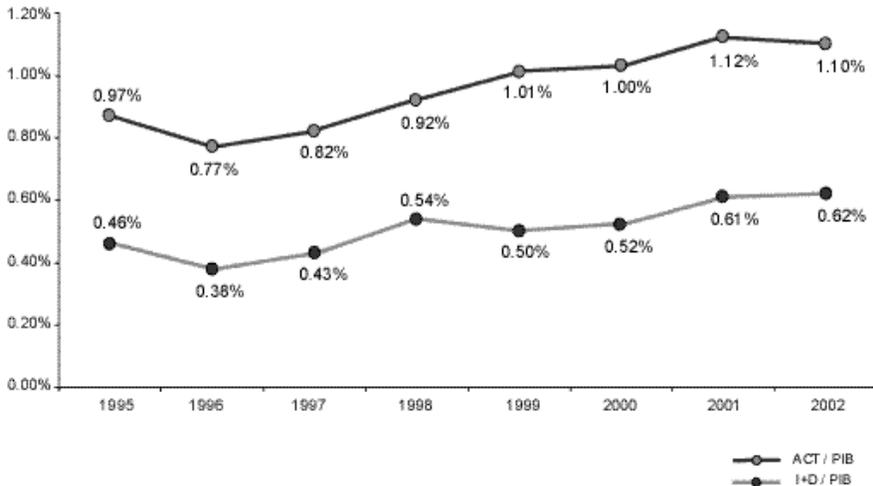
153

Los totales de gastos destinados por Cuba a las actividades científicas y tecnológicas (ACT) y de I+D son reflejados en el Gráfico 1.

<sup>4</sup> La publicación *Documentos Rectores de la Ciencia y la Innovación Tecnológica en Cuba*, editada por el CITMA en 2001, incluye el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica, la Política Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica y la Estrategia Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica.

<sup>5</sup> Los datos utilizados tienen como fuente Trueba González, 2003.

<sup>3</sup> Ver documento *Indicadores de Ciencia y Tecnología*, que brinda información sobre Cuba para el período 1995-2002 (CITMA, 2003).

**Gráfico 1. Gasto total en ACT e I+D como porcentaje del PIB para Cuba (1995-2002)**

#### 4. Impacto de la ciencia y la tecnología cubanas. Principios generales

El impacto de la ciencia y la tecnología en Cuba ha sido entendido desde la perspectiva de un “cambio o conjunto de cambios duraderos que se producen en la sociedad, la economía, la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, mejorando sus indicadores, como resultado de la ejecución de acciones de I+D+I que introducen valor agregado a los productos, servicios, procesos y tecnologías” (Quevedo, Chía y Rodríguez Batista, 2002). Según este concepto, que ha sido utilizado para incluir el impacto en la agenda de directivos y gestores de ciencia y tecnología en el país, la obtención de un impacto está dada por la ocurrencia de un cambio o transformación de lo existente por algo superior, con capacidad suficiente para producir un mejoramiento en sus indicadores de medición y, además, por un tiempo relativamente largo. Por lo tanto, el único impacto a considerar será aquel que propicie un cambio positivo, medible y duradero, aunque debe tenerse en cuenta que el análisis de la durabilidad de una transformación estará en dependencia de las características de la propia transformación. Si bien los propios autores reconocen que “es cierto que el impacto puede ser positivo o negativo, previsible o imprevisible”, el enfoque positivista de este concepto es común a otros acercamientos latinoamericanos, que buscan en la actividad de I+D+I la respuesta a las necesidades fundamentales de sus países y se concentran menos en los efectos perjudiciales, o “los cambios negativos” que provienen del desarrollo de esta actividad. Claro que desde el punto de vista de la planificación de los impactos, carece de sentido concebir los negativos, si bien resulta indispensable conducir su estudio en función de la búsqueda de experiencias y alternativas que aportan también al desarrollo.

El impacto de la ciencia y la tecnología en la economía o la sociedad, por otra parte, sería consecuencia del uso o apropiación del conocimiento por parte del actor que recibe el beneficio (una empresa, un educando, un médico, un paciente, una

entidad del estado, etc.). Este conocimiento adoptaría la forma de productos, servicios, procesos y tecnologías con valor agregado por la actividad de I+D+I.<sup>6</sup> Por lo tanto, el propio concepto de impacto induce la medición en dos direcciones: la primera, ¿de qué forma varían los indicadores que caracterizan las prioridades seleccionadas, que permitan reflejar su efectiva mejoría?; la segunda, ¿en qué magnitud es este cambio consecuencia del valor agregado por la I+D+I al producto, servicio, proceso o tecnología que produce el impacto? Ambas direcciones conducen a la obtención de indicadores que caractericen los cambios dados, no necesariamente basados en relaciones de causalidad.

#### 4.1 Fuentes de impacto

Para los intereses de este trabajo, por fuentes de impacto entenderemos

Los resultados de acciones de I+D+I que se organizan mediante programas y proyectos, se establecen en los planes de Ciencia e Innovación Tecnológica, en los planes de negocios, inversiones, generalización u otras herramientas organizacionales reconocidas en el país e incluyen investigaciones, desarrollos tecnológicos, transferencias de tecnologías, procesos tecnológicos, comercialización de productos y otras acciones vinculadas a la actividad de ciencia y tecnología que agregan valor a los productos, servicios, procesos y tecnologías, haciéndolos competitivos. (Quevedo, Chía y Rodríguez Batista, 2002)

Las fuentes de impacto se dividen en:

- *Resultados concluidos y aplicados*: Resultados de proyectos ya concluidos y que han tenido aplicación práctica.
- *Resultados concluidos y no aplicados*: Resultados de proyectos ya concluidos y que no han tenido aplicación práctica.
- *Resultados en proceso actual*: Resultados de proyectos que se encuentran actualmente en ejecución.
- Resultados futuros de proyectos no iniciados, base de la planificación de futuros impactos.

#### 4.2 Destinos a considerar para medir el impacto

El destino de impacto se define como el "sector priorizado dentro del desarrollo económico y social del país y que se beneficia por la aplicación de resultados de

<sup>6</sup> Nótese que el referirse a innovación (no sólo como innovación tecnológica) permite la inclusión de la innovación organizacional como elemento con capacidad de impacto, aspecto de extrema importancia en el contexto del SCIT cubano, caracterizado por la ocurrencia en más del 30% de sus empresas del proceso de perfeccionamiento empresarial en alguna de sus etapas, una innovación organizacional a nivel de país y que produce un efecto de "derrame" sobre el entorno de las empresas que se perfeccionan, al exigir del mismo un aumento paulatino de la eficiencia y competitividad como vía para mantener las relaciones comerciales con la empresa perfeccionada.

acciones de I+D+I” (Quevedo, Chía y Rodríguez Batista, 2002). Teniendo en cuenta la variedad y complejidad de temas que constituyen necesidades a priorizar en los diferentes niveles de análisis del impacto, para la selección de los destinos se trabajó de acuerdo con las siguientes pautas:

- Se adoptó una estrategia “arriba-abajo”, puesto que el análisis que se realiza es a nivel macro y el nivel de agregación es muy alto.<sup>7</sup>
- Se consideraron sectores vinculados tanto a la economía como a la sociedad. Se partió de una aproximación inicial que incluía únicamente destinos de impacto económico (CITMA, 2000).
- En dependencia de las características propias de cada destino, se valoró la inclusión en su caracterización de “productos, servicios, procesos y tecnologías”, o de “resultados de acciones de I+D+I”.
- Los “productos, servicios, procesos y tecnologías” podrán pertenecer o no a la clasificación de Bienes de Alta Tecnología.

Finalmente, se seleccionaron seis destinos para la medición del impacto:

- Contribución al incremento de exportaciones.
- Sustitución de importaciones.
- Aumento de la eficiencia económica.
- Contribución al desarrollo de la sociedad.
- Contribución al desarrollo del medio ambiente.
- Contribución al nuevo conocimiento.

156

Para la medición del impacto social en este trabajo, se considera únicamente el destino “Contribución al desarrollo de la sociedad”, definido como el

Sector priorizado dentro del desarrollo económico y social del país, en el que inciden productos, servicios, procesos y tecnologías que por acción de la I+D+I benefician y mejoran indicadores sociales (educación, salud, empleo, alimentación, cultura, recreación y deportes, entre otros). Se incluyen además los resultados de investigaciones sociales que han permitido entregar a los niveles correspondientes del Partido y el Gobierno evaluaciones y recomendaciones sobre aspectos importantes del desarrollo de la sociedad cubana. (Quevedo, Chía y Rodríguez Batista, 2002)

Debe reconocerse, sin embargo, que un resultado de proyectos de I+D+I que repercuta sobre cualquier otro de los destinos identificados podría tener un impacto social indirecto, como, por ejemplo, la introducción de tecnologías limpias, con su aporte indirecto a la salud y la calidad de vida. Un fenómeno semejante de solapamiento podría presentarse al clasificar los distintos ámbitos incluidos dentro del propio destino “Contribución al desarrollo de la sociedad”:

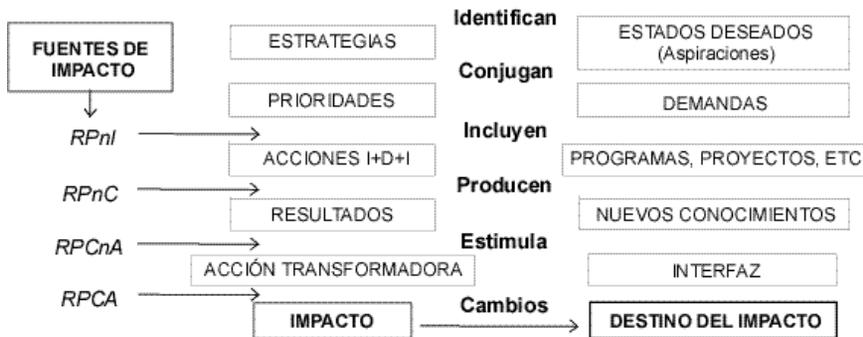
<sup>7</sup> A diferencia de Mendizábal et al. (2003), donde el análisis se realiza a nivel micro y es adoptada una estrategia “abajo-arriba”.

- Cultura;
- Educación;
- Salud;
- Deporte y Recreación;
- Seguridad Alimentaria;
- Empleo;
- Calidad de Vida;
- Ideología;
- Defensa y Orden Interior;

El concepto de calidad de vida aquí utilizado es “la combinación de las condiciones de vida y la satisfacción personal ponderadas por la escala de valores, aspiraciones y expectativas personales” (Felce y Perry, 1995). Evidentemente, aspectos como salud, educación, cultura, recreación, entre otros, podrían incluirse en el propio concepto de calidad de vida; sin embargo, por su importancia en el marco del desarrollo social de Cuba, se les dedica una atención particular.

Una aproximación a la interacción entre los conceptos impacto, fuentes de impacto y destinos de impacto, en el marco de la planificación estratégica en materia de I+D+I a nivel macro, se muestra en el Gráfico 2.

**Gráfico 2. Interacción entre los conceptos impacto, fuentes de impacto y destinos de impacto**



157

## 5. Una herramienta para la medición de impacto a nivel macro: la Nomenclatura Nacional

La medición del impacto económico, en términos de sustitución real de importaciones o de incremento de las exportaciones, incremento del volumen de ventas, disminución de costos, entre otros, requiere de indicadores cuantitativos, relativamente fáciles de construir. Sin embargo, la medición del impacto social resulta mucho más multifacética y los indicadores no siempre son cuantitativos ni tampoco fácilmente identificables.

La experiencia cubana en este sentido tiene como exponente la Nomenclatura de Impacto, definida como la “relación de productos, servicios, procesos y tecnologías, pertenecientes a un sector económico o social específico, territorio o entidad, que poseen valor agregado por acciones de ciencia e innovación tecnológica y producen impacto en uno o más destinos”.<sup>8</sup>

Una comparación de este indicador con la Balanza Comercial de Bienes de Alta Tecnología (BAT)<sup>9</sup> muestra puntos de contacto tales como:

- Ambas relacionan productos con valor agregado por la ciencia y la innovación.
- Ambas caracterizan el comercio de estos productos y generan series anuales.

Sin embargo, estos indicadores presentan un número importante de diferencias:

- La elaboración de la Balanza Comercial de BAT descansa en la clasificación de sectores industriales o productos de acuerdo a su inversión en I+D. La Nomenclatura incluye tanto productos considerados dentro de los BAT como otros de baja intensidad de inversión en I+D.
- La Nomenclatura reúne diferentes destinos económicos y sociales y, si bien valora económicamente los primeros, evalúa cualitativamente los segundos. La Balanza de BAT incluye únicamente productos y su valoración económica.
- La Nomenclatura carece de comparabilidad internacional y está dirigida en particular a constituir una herramienta para la toma de decisiones en materia de política y gestión de ciencia, tecnología e innovación para el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba, en tanto que un número importante de países, en particular miembros de la OCDE, elaboran la Balanza de BAT.

158

Desde la perspectiva de los países subdesarrollados, resulta conveniente no prestar atención únicamente a sectores de alta inversión en I+D, porque a diferencia de los países desarrollados, las economías de estos países descansan muy poco en los productos incluidos entre los Bienes de Alta Tecnología. En Cuba, en particular, la existencia de un Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica que potencia la innovación en la empresa, precisa de indicadores que den cuenta del estado de sectores de baja inversión en I+D, pero de elevado número de proyectos de innovación. Esta es otra razón para la apertura de la Nomenclatura a estos productos, servicios, procesos y tecnologías.

<sup>8</sup> Ejemplo de confección de la Nomenclatura de Impacto: 1) Organismo de la Administración Central del Estado, Territorio o Entidad a la que pertenece la Nomenclatura de Impacto; 2) Destino de Impacto. En este caso: contribución a la sociedad; 3) Producto, Servicio, Proceso o Tecnología identificado como de impacto; 4) Variable(s) a partir de la(s) cual(es) se medirá el impacto; 5) Nivel alcanzado en el período evaluado, medido a partir de la variable definida en 4; 6) OACE que identifica el impacto; y 7) Territorio que identifica el impacto.

<sup>9</sup> Los Bienes de Alta Tecnología son productos generados por el sector manufacturero con un alto nivel de gasto en I+D y cuyos mercados se caracterizan por una demanda de rápido crecimiento y estructuras oligopólicas. La OCDE incluye los siguientes sectores de BAT: industria aeroespacial, industria electrónica, computadoras-máquinas de oficina, industria farmacéutica y los instrumentos médicos, ópticos y de precisión (OCDE, 2002).

La experiencia de construcción de este indicador, que a continuación se presenta, cubre el período 2001-2003, trienio en que se han dado los primeros pasos para la introducción de la medición del impacto en el país.

## **6. Estudio de caso: Nomenclatura Nacional. Destino: contribución al desarrollo de la sociedad**

### **6.1 Elaboración de la Nomenclatura Nacional**

El proceso de elaboración de la Nomenclatura Nacional parte de la identificación, por parte de los principales usuarios de conocimiento científico y tecnológico, de los productos, servicios, procesos y tecnologías desarrollados como consecuencia de la aplicación de nuevo conocimiento, y que a su vez provocan impactos en los ámbitos seleccionados.

Entre los usuarios de conocimiento contactados, un papel esencial es cubierto por las Direcciones Nacionales de Ciencia e Innovación Tecnológica de los Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), responsables de la I+D+I sectoriales y rectores de la casi totalidad de empresas públicas de relevancia nacional. Semejante tratamiento es también dado a Ministerios cuya función esencial es realizada a través de organizaciones no empresariales, públicas en su mayoría casi absoluta, como es el caso de los Ministerios de Educación, Educación Superior, Cultura, Trabajo y Seguridad Social, entre otros.

159

Por su importancia particular, se relevó información adicional procedente de las Delegaciones territoriales del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), rectores de la I+D+I en el nivel territorial, y de Centros de Investigaciones, Universidades y otras entidades del CITMA, como vía para validar los resultados obtenidos a partir de las respuestas de los usuarios de conocimiento científico tecnológico.

Para la inclusión de un producto, servicio, proceso o tecnología en la Nomenclatura, se solicita una argumentación detallada de los resultados que hayan añadido valor al mismo, y que se hayan aplicado en el trienio 2001-2003, por lo que no son identificados aquellos impactos que, aunque relevantes, son consecuencia de la aplicación de resultados obtenidos con anterioridad al año 2001. Esto reduce el número de productos incluidos, al exigirse un tiempo máximo de tres años entre la conclusión del resultado y la obtención del impacto.

Una vez identificados los productos, se procede a la confección de una matriz cruzada que refleja las coincidencias y diferencias entre la identificación territorial y sectorial, para proceder a la elaboración de la Nomenclatura, que finalmente incluyó veintisiete productos, servicios, procesos y tecnologías.

Fueron identificados tanto productos y servicios, como procesos y tecnologías, aspecto relacionado con la heterogeneidad de ámbitos incluidos dentro del destino

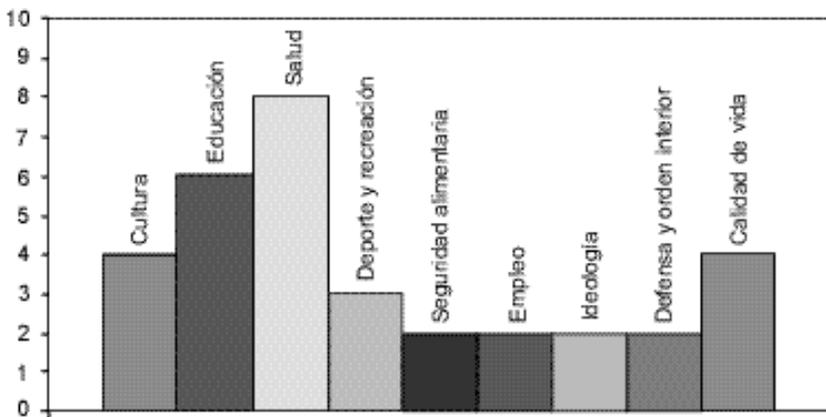
“Contribución al desarrollo de la sociedad”. Los productos, servicios, procesos y tecnologías seleccionados pertenecen a quince Organismos de la Administración Central del Estado y a nueve provincias del país. Sin embargo, la no identificación de un producto en un territorio no debe relacionarse con el hecho de que su población no reciba el impacto del mismo. A manera de ejemplo, un impacto reportado por la provincia Ciudad Habana y corroborado por el Ministerio de Salud Pública resulta la introducción en el Sistema Nacional de Salud de la nueva vacuna de producción nacional contra el *Haemophilus Influenzae*. Efectivamente, aunque el impacto es reportado por la provincia donde se ubican los centros de investigación que elaboran el producto, el impacto del mismo tiene un alcance nacional. De ahí que la población de provincias como Las Tunas u Holguín tenga tanto acceso a esta vacuna como en cualquier otra región del país, pero la adición de valor por la ciencia y la innovación no se produce en esos territorios.

## 6.2 Interpretación de los resultados

Los ámbitos más representados en la identificación de impactos por los distintos usuarios de conocimiento fueron Salud, Educación, Cultura y Calidad de vida. El Gráfico 3 muestra la distribución por categorías del impacto social de los productos, servicios, procesos y tecnologías identificados. Téngase en cuenta que un producto, servicio, proceso o tecnología puede tener influencia en más de una categoría. A manera de ejemplo, el impacto social de la aplicación en talleres comunitarios de una metodología de intervención de la violencia doméstica en familias, puede repercutir en categorías como educación, calidad de vida y cultura.

160

**Gráfico 3. Distribución por categorías del impacto social de la ciencia y la tecnología de los productos, servicios, procesos y tecnologías identificados a nivel nacional**



Distribución por categorías del Impacto Social de la Ciencia y la Tecnología de los productos, servicios, procesos y tecnologías identificados a nivel nacional.

Como puede apreciarse, los productos seleccionados tienen influencia sobre la totalidad de los ámbitos en estudio y se encuentran en correspondencia con las prioridades de la ciencia y la tecnología en el país. Estas son (CITMA, 2004):

- Producción de alimentos;
- Desarrollo energético sostenible;
- Salud;
- Medio ambiente;
- Ciencias sociales y humanísticas;
- Nuevas tecnologías de la información;
- Ciencias básicas;
- Defensa.

La mayor incidencia de los impactos sobre Educación, Salud y Cultura y Calidad de Vida responde en gran medida a la voluntad estatal por fortalecer estos sectores en el periodo analizado, lo que ha inducido la generación y aplicación de nuevo conocimiento en la realización de planes sociales con financiamiento centralizado.

Un fenómeno semejante, pero en una menor escala, explica el comportamiento de ámbitos como el empleo, con un esfuerzo importante en la búsqueda por reducir los valores de desempleo por debajo del 3%; el deporte y la recreación, caracterizado por la aplicación de la ciencia y la tecnología en la formación de atletas de alto rendimiento y en la masificación de la práctica deportiva; y la seguridad alimentaria, aspecto en el que el mejoramiento de los productos que tienen como destino la canasta básica subsidiada por el estado constituye máxima prioridad.

161

Otros ámbitos como Defensa y Orden Interior e Ideología constituyen a su vez una base importante del modelo de desarrollo cubano y su sustento a partir de actividades de I+D+I corrobora la necesaria conexión entre las políticas de desarrollo económico y social y las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

Algunos ejemplos de los productos, servicios, procesos y tecnologías identificados son:

- Cultura (Cursos de Universidad para Todos;<sup>10</sup> puesta en marcha de dos Canales Educativos).
- Educación (Transformaciones en la enseñanza primaria y secundaria; Software educativo; Municipalización enseñanza universitaria).
- Salud (Vacunas humanas; Productos biotecnológicos; Productos farmacéuticos; Sistema de vigilancia de salud escolar; Medicamentos contra el VIH-SIDA).
- Deporte y Recreación (Normas de eficiencia física de la población cubana; Sistema de preparación del deportista de alto rendimiento).

<sup>10</sup> A través del programa "Universidad para todos" prestigiosos intelectuales, científicos y académicos cubanos, imparten docencia universitaria por los canales televisivos nacionales accesibles a toda la población.

- Seguridad Alimentaria (Mejoramiento de productos de la canasta básica).
- Empleo (Generación de empleo; Reordenamiento del sistema laboral en el marco de los cambios de la economía cubana).
- Calidad de Vida (Programa Nacional de discapacitados; Programa de gasificación; Electrificación rural).
- Ideología (Publicación: Historia de las Ideas en Cuba).
- Defensa y Orden Interior (Sistema para la identificación y registro de vehículos).

La obtención de impacto social a través de la difusión del nuevo conocimiento es apreciable en casos como el dictado de conferencias en los cursos de universidad para todos o la puesta en marcha de los canales educativos. La aplicación del nuevo conocimiento, por su parte, está presente en la mayoría de los casos estudiados, al ser éste utilizado por las organizaciones en la adición de valor a los bienes y servicios que producen, siendo éstos los que propician directamente la obtención del impacto social: medicamentos contra el VIH-SIDA, programa de gasificación, entre otros.

En el caso de las vacunas humanas, los medios de cultivo y otros productos relacionados con la salud, el indicador utilizado ha sido la introducción del mismo en el Sistema Nacional de Salud, es decir, la garantía oficial del Ministerio de Salud Pública de Cuba de que dicho producto, servicio o tecnología se encuentra accesible a la población que lo demanda, en correspondencia con el nivel de especialización y las condiciones que su aplicación requiere. Lo anterior, evidentemente, no significa que se encuentre disponible en todos los hospitales del país.

162

En aspectos como el mejoramiento de la calidad de vida o el empleo, la medición se realiza a partir del número de personas u objetivos sociales beneficiados con la aplicación del nuevo conocimiento. Tal es el caso de la electrificación rural (508 objetivos en 2002) y la generación de nuevos empleos (1.200 en 2002), ambas en la provincia de Guantánamo.

Un número determinado de servicios con incidencia en la salud y en la calidad de vida de la población, en particular de sectores vulnerables, tales como los servicios de diagnóstico de la Ataxia Hereditaria, la implantación de sistemas de vigilancia de salud escolar o los servicios de neurocirugía de mínimo acceso con el Sistema Estereoflex, requieren indicadores que caractericen el acceso a los mismos de los sectores necesitados. Sin embargo, la magnitud del impacto no debe "encasillarse" al valor numérico reportado, pues se obviaría el impacto indirecto sobre las familias y/o grupos sociales en los que se insertan los individuos beneficiados.

La Ataxia Hereditaria cubana, enfermedad con un alto porcentaje relativo de ocurrencia en la zona nororiental de la provincia de Holguín, constituye una prioridad para esa provincia, y en adición para el país, existiendo en este territorio un Centro de referencia internacional para el estudio de esta dolencia. Un indicador cuantitativo que caracterice el número de diagnósticos (673 presintomáticos, 243 comunicados, 63 de ellos positivos) reflejaría sólo una parte del impacto social que trae consigo la existencia de un método de diagnóstico prenatal y presintomático de esta enfermedad, que minimiza el número de niños nacidos con este padecimiento.

Los aspectos relacionados con la educación se concentran en la elaboración de software educativo, las transformaciones en el proceso educativo en la enseñanza primaria y secundaria y la municipalización de la enseñanza universitaria. La valoración cuantitativa de estos impactos es compleja, incluso la cualitativa, toda vez que responden a procesos que necesitan una maduración determinada para luego evaluar el beneficio de su accionar sobre el segmento poblacional a las que se ha dirigido. Su aplicación, no obstante, ha sido concretada en todos los casos a nivel nacional, habiéndose desarrollado preliminarmente experiencias piloto con buenos resultados.

### **6.3 Experiencias, ventajas y limitaciones principales**

La elaboración de la Nomenclatura de Impacto en el destino "Contribución a la sociedad" propició la identificación de un número importante de productos, servicios, procesos y tecnologías con valor agregado por la ciencia y la tecnología que inciden favorablemente en el mejoramiento de sectores claves de la sociedad. El impacto analizado fue el obtenido como consecuencia del conocimiento específico en ciencia y tecnología en la sociedad, no el proveniente de las políticas de ciencia y tecnología, ni los efectos del desarrollo científico tecnológico en el desarrollo social. El enfoque de trabajo ha sido el de identificar el beneficio, pero desde la óptica de quienes producen y gestionan el proceso de adición de valor, los usuarios de conocimiento, no a través del segmento poblacional o el sector social que lo recibe, y que es, por lo tanto, el que se encuentra en mejores condiciones para valorar su impacto.

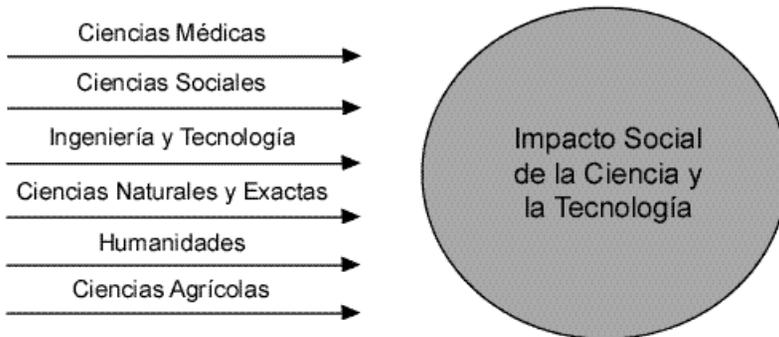
163

Por otra parte, a pesar de que en la conceptualización original de este destino se incluyó un espacio particular para los resultados de las ciencias sociales, la realización de este trabajo arroja que en el 30% de los productos, servicios, procesos y tecnologías incluidos en la Nomenclatura la incidencia de estas ciencias es reconocida, ya sea en la producción del nuevo conocimiento o en el estudio de los grupos sociales vulnerables, aspecto este último de importancia particular al analizar la efectividad del impacto social logrado.

Basado en lo anteriormente expuesto, resulta conveniente conceder a las ciencias sociales un tratamiento equivalente al del resto de las ciencias. La propia connotación integradora del concepto impacto es coherente con este enfoque, que se ilustra en el Gráfico 4 e incluye los distintos campos de la ciencia y la tecnología:<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Clasificación de acuerdo con RICYT (2002).

**Gráfico 4. Contribución de los distintos campos de la ciencia y la tecnología a la obtención de impacto de la ciencia y la tecnología en los diferentes destinos**



Bajo esta óptica, el destino “Contribución a la sociedad” quedaría definido como “sector priorizado dentro del desarrollo económico y social del país, en el que inciden productos, servicios, procesos y tecnologías que por acción de la I+D+I benefician y mejoran indicadores sociales (educación, salud, empleo, alimentación, cultura, recreación y deportes, entre otros).”

164

La complejidad de este destino se evidencia al analizar la elaboración de indicadores de impacto, observándose en cada caso una variación de acuerdo con la naturaleza del producto, servicios, proceso o tecnología identificado y al nivel de acceso de los usuarios de conocimiento a fuentes de información de sus clientes.

La restricción incluida en este trabajo respecto al tiempo transcurrido entre la conclusión del resultado y la obtención de impacto (tres años) limita, por otra parte, la identificación de los impactos que se obtienen a un mediano o largo plazo, por lo que sería conveniente el aumento de esta variable a cinco o siete años, teniendo en cuenta que esto aumentaría significativamente el número de productos y con ello la complejidad del trabajo. La relativa lentitud de este proceso es consecuencia de los limitados alcances de los nexos entre productores y usuarios de conocimiento, característico de los países latinoamericanos y al que Cuba no escapa, a pesar de los esfuerzos realizados en esta esfera.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica cubano cuenta con movimientos y organizaciones que funcionan como elementos integradores del mismo, tales como el Fórum de Ciencia y Técnica, la Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores, las Brigadas Técnicas Juveniles y los Polos Científico Productivos.

## 7. Interacción de actores para la obtención del impacto social de la ciencia y la tecnología. El papel del estado

A partir de la experiencia de identificación y medición presentada en este trabajo, se identifican cinco actores esenciales en la obtención de impacto social de la ciencia y la tecnología. Estos son:

- *Productores de Conocimiento*: instituciones que generan nuevo conocimiento científico o tecnológico, entre los que se cuentan las universidades, centros de investigación o desarrollo, empresas de I+D, etc.
- *Usuarios de Conocimiento*: instituciones que ofrecen servicios sociales o cuyas producciones vayan dirigidas a satisfacer demandas sociales y que solicitan y utilizan nuevo conocimiento; instituciones u organizaciones que demandan nuevo conocimiento para la toma de decisiones sobre políticas sociales.
- *Intermediarios de la vinculación*: entidades que intervienen en el proceso que media entre la producción del conocimiento y la apropiación del mismo por parte de un sector social dado en forma de un beneficio tangible. Se dividen en intermediarios del conocimiento (aquellos que intervienen en el proceso de transferencia del conocimiento del productor al usuario) e Intermediarios del beneficio (los que median la transferencia del producto con valor agregado por el conocimiento del usuario de conocimiento al sector social beneficiado).
- *Sector social beneficiado*: número dado de individuos que conforman un grupo social y que reciben, directa o indirectamente, los beneficios de la producción del nuevo conocimiento generado.
- *El estado (entendido como)*: las instituciones estatales encargadas de la elaboración de las políticas públicas, de ciencia y tecnología, de innovación y de políticas sociales.

165

Sin embargo, estas clasificaciones generales no constituyen un marco rígido para encasillar los papeles de una institución en específico. Una universidad, productora de conocimiento por excelencia, puede a su vez actuar como intermediaria en la obtención de un impacto social e, incluso, llegar a formar parte de un sector social beneficiado por la aplicación de un nuevo conocimiento, si este proporcionara, por ejemplo, nuevos modelos educativos para la enseñanza a distancia.

El propio estado, a través de sus diferentes instituciones o ministerios, podría identificarse como un actor intermediario de la vinculación. Sin embargo, la diferenciación del mismo como un actor particular viene dada por la naturaleza específica del impacto social, sobre todo en función de que éste alcance a amplios sectores de la sociedad, aspecto en el que las políticas públicas en materia de ciencia y tecnología, innovación y políticas sociales juegan un papel medular.

Por otro lado, las definiciones de actores anteriores no diferencian entre instituciones públicas o privadas, por lo que un hospital o un centro de investigaciones pueden desempeñarse como usuarios o productores de conocimiento, respectivamente, con independencia de las características de su administración. En adición, las políticas públicas tienen influencia tanto para

organizaciones públicas como privadas, por lo que este criterio no constituye una diferenciación.

El papel de los gobiernos es abordado por López Cerezo y Luján (2000):

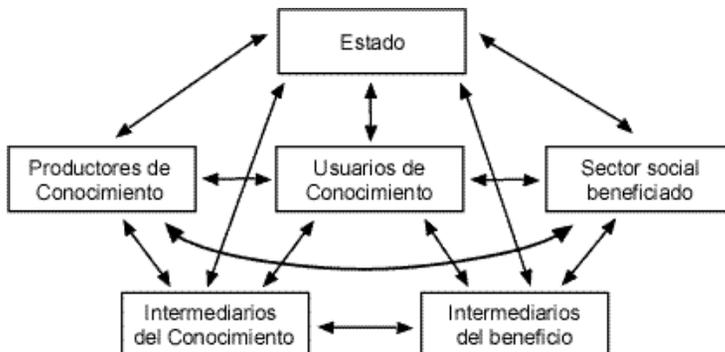
Hay áreas de actividad en ciencia y tecnología, como por ejemplo la promoción general del conocimiento o programas de I+D con valor social pero sin expectativas de rentabilidad económica (por ejemplo en las áreas de salud, educación o preservación del medio ambiente), que constituyen un servicio público que ha de prestar la ciencia y la tecnología. Sólo una política decidida por parte de los gobiernos puede garantizar ese papel de la ciencia como bien público. (López Cerezo y Luján, 2000)

El estado debe auxiliarse de la propia I+D+I tanto para la identificación de las demandas sociales como para la planificación y aplicación de una acción social que conduzca a la obtención de un impacto, por lo que su intermediación es conveniente analizarla en dos etapas: la detección de las demandas sociales y la elaboración de las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación y las políticas de desarrollo social.

No se pretende magnificar el rol del estado en la obtención de impacto social de la ciencia y la tecnología, sino demostrar que para avanzar en la comprensión del mismo, no es suficiente estudiar la oferta y la demanda de I+D+I en temas de profunda implicación social, ni concentrarnos únicamente en el papel de organizaciones como la ONGs, cuya capacidad para resolver los problemas sociales de las grandes mayorías es limitada.

El Gráfico 5 muestra un modelo interactivo para el tratamiento del impacto social de la ciencia y la tecnología, donde ninguno de los actores sociales incluidos juega un papel preponderante.

**Gráfico 5. Modelo empírico interactivo para el tratamiento del impacto social de la ciencia y la tecnología**



Sin embargo, este abordaje debe ser puesto a prueba, a través de la confección de indicadores basados en sus principales concepciones y su aplicación a organizaciones que intervienen en la obtención del impacto social de la ciencia y la tecnología.

En el caso particular del estado, alguno de los indicadores a tener en cuenta serían:

Indicador propuesto	Nivel de aplicación		
	Macro	Meso	Micro
Establecimiento de las Prioridades Nacionales de Ciencia y Tecnología	X		
Implementación de Estrategias de Ciencia y Tecnología	X	X	X
Establecimiento de prioridades para el desarrollo social	X	X	X
Planificación de la Ciencia y la Tecnología y su correspondencia con las prioridades sociales	X	X	X
Participación de la ciencia y la tecnología en la identificación de problemas sociales	X	X	X
Mecanismos de integración entre los distintos actores sociales (polos científicos, organizaciones barriales, etcétera)	X	X	X
Enfoque social de las Políticas de Ciencia y Tecnología	X	X	X
Enfoque social de las Políticas de Innovación	X	X	X
Importancia política relativa conferida a objetivos de naturaleza social	X	X	X
Participación de la Ciencia, la Tecnología y la innovación en el desarrollo local.			X

167

## 8. Líneas fundamentales de desarrollo en Cuba del impacto social de la ciencia y la tecnología

Las líneas fundamentales de desarrollo del impacto social de la ciencia y la tecnología en el país están centradas en el abordaje integral del tema a partir de la diversidad de enfoques existentes en la literatura internacional y en la incipiente experiencia nacional. Los tópicos principales son:

- Estudio de oferta y demanda de I+D+I y análisis de las redes de intermediación.
- Correlaciones entre ciencia y tecnología e indicadores sociales.
- Impacto social de la política científica y tecnológica.
- Impacto social de la innovación tecnológica.
- Percepción social de la ciencia y la tecnología.
- Demanda y aplicación de ciencia y tecnología en políticas sociales.

- Publicación periódica de los principales impactos de la ciencia y la tecnología cubanas.
- Realización de estudios de caso sobre resultados científicos seleccionados con vistas a determinar su utilización, impacto y tiempo transcurrido entre su generación y su aplicación.

## 9. Conclusiones

La experiencia de medición del impacto social de la ciencia y la tecnología realizada a nivel macro ha permitido caracterizar el aporte de la I+D+I a escala nacional en los principales temas que hoy marcan el desarrollo social del país. El estudio corrobora que el alto desarrollo alcanzado por Cuba en materia de educación, salud, cultura, deportes y recreación, etc., se sustenta en productos, servicios, procesos y tecnologías con valor agregado por la actividad de ciencia y tecnología y por la innovación.

La identificación de los impactos por parte de los usuarios del nuevo conocimiento permite alcanzar una valoración más “cercana” del impacto social obtenido, toda vez que éstos mantienen una interacción mayor con el sector social beneficiado que los propios productores del nuevo conocimiento. A pesar de que la experiencia fue dirigida a medir el impacto social del conocimiento científico-tecnológico, un procedimiento semejante podría ser utilizado para la medición del impacto social de las políticas de ciencia y tecnología.

168

El modelo empírico propuesto para el análisis del impacto social de la ciencia y la tecnología tiene como base la interacción entre los distintos actores sociales, e incluye el tratamiento del estado como un actor de gran importancia para la obtención de impacto social. El abordaje futuro de este complejo tema en el país reúne los principales aportes internacionales en el campo de la conceptualización y la medición y las incipientes experiencias cubanas, con el objetivo de enfocar integralmente este tópico que ubica al hombre y a la sociedad en el centro del análisis y que, por lo tanto, constituye una prioridad indiscutible para el modelo de desarrollo cubano.

## Bibliografía

ALBORNOZ, M. (1999): "Indicadores y Política Científica y Tecnológica", *IV Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología*, México, RICYT.

\_\_\_\_\_ (2000): *Impacto social de la ciencia y la tecnología: conceptualización y estrategias para su medición*, documento de base del proyecto homónimo, mimeo.

ALBORNOZ, M., ESTÉBANEZ, M.E., ALFARAZ, C., DANIEL, C., ITZKOVITZ, V., KORSUNSKY, L. y PAPA, J. (2003): "Revisión teórica y metodológica sobre la medición del impacto social de la ciencia y la tecnología", documento de trabajo N° 1 del proyecto *Impacto social de la ciencia y la tecnología: conceptualización y estrategias para su medición*, mimeo.

CITMA (2004): *Prioridades de la ciencia y la tecnología cubanas*.

\_\_\_\_\_ (2003): *Indicadores de Ciencia y Tecnología*, documento.

\_\_\_\_\_ (2000): *Documentos Rectores*, La Habana, Editorial Academia.

DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (2000): *Tabla estadística para la medición de impacto*, documento.

169

ESTÉBANEZ, M.E. (2003): "Impacto social de la ciencia y la tecnología: estrategia para su análisis", en RICYT: *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos / interamericanos 2002*, Buenos Aires, RICYT, pp. 95-103, disponible en <http://www.ricyt.org>

\_\_\_\_\_ (1998): "La medición del impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social", *Segundo Taller de Indicadores de Impacto Social de la Ciencia y la Tecnología*, La Cumbre (Córdoba, Argentina), RICYT.

EUROPEAN COMMISSION (1999): "Options and limits for assessing the socio-economic impact of European RTD programmes", *Report to the European Commission DG XII*, Evaluation Unit.

FELCE, D. y PERRY, J. (1995): "Quality of life: It's Definition and Measurement", *Research in Developmental Disabilities*, Vol. 16, N° 1, pp. 51-74.

FERNÁNDEZ POLCUCH, E. (2001): "La medición del impacto social de la ciencia y la tecnología", en M. Albornoz (comp.): *Temas actuales de indicadores de ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe*, Buenos Aires, RICYT, disponible en <http://www.science.oas.org/ricyt/Biblioteca/Documentos/polcuch.rtf>

GALLOPÍN, G. et al. (1999): "Una ciencia para el siglo XXI: del contrato social al núcleo científico", disponible en <http://www.campus-oei.org/salactsi/gallopin.pdf>

GARRET-JONES, S. (2000): "University Research Outcomes. International Trends in Evaluating University Research Outcomes. What Lessons for Australia?", *Research Evaluation*, vol. 8, n. 2, August, pp. 115-124.

GÓMEZ-VELA, M. y SABEH, N. (2001): *Calidad de vida. Evolución del concepto y su influencia en la investigación y en la práctica*, Salamanca, Instituto Universitario de Integración en la Comunidad, Universidad de Salamanca.

HOLZNER, B. et al. (1987): "An accounting scheme for designing science impact indicators", *Knowledge, Creation, Diffusion, Utilization*, Vol. 9, N° 2.

ITZCOVITZ, V., FERNÁNDEZ POLCUCH, E. y ALBORNOZ, M. (1998): "Propuesta metodológica sobre la medición del impacto de la CyT sobre el desarrollo social", *Segundo Taller de Indicadores de Impacto Social de la Ciencia y la Tecnología*, La Cumbre (Córdoba, Argentina), RICYT.

KOSTOFF, R. (1995): "The handbook of research impact assessment", *Office of Naval Research*, Arlington VA.

170

LICHA, I. (1994): "Indicadores endógenos de desarrollo científico y tecnológico, y de gestión de la investigación", en Eduardo Martínez (ed.), *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*, Caracas, Nueva Sociedad.

LÓPEZ CERESO, J.A. y LUJÁN, J.L. (2000): "Observaciones sobre los indicadores de impacto social", *Seminario-Taller Sociedad de la información y promoción de la cultura científica*, Lisboa, RICYT.

MENDIZÁBAL et al. (2003): "Desarrollo de una Guía de Evaluación de Impacto Social para proyectos de I+D+I", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, No. 5, disponible en <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero5/articulo4.htm>

OCDE (2002): *Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología*.

\_\_\_\_\_ (1997): *Revisión de las clasificaciones de los sectores y de los productos de alta tecnología*.

\_\_\_\_\_ (1990): *Proposed Standard Method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payments Data-TBP Manual*.

QUEVEDO, V., CHÍA, J. y RODRÍGUEZ BATISTA, A. (2002): "Midiendo el impacto", *Ciencia, Innovación y Desarrollo*, Vol. 7, No 1.

RICYT(2002): *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos / interamericanos*, RICYT/CYTED, Buenos Aires.

\_\_\_\_\_ (2001): *Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*. Manual de Bogotá, Buenos Aires, RICYT.

RODRÍGUEZ BATISTA, A. (2003): "¿Listos para medir por impacto?", *Ciencia, Innovación y Desarrollo*, Vol. 8, No 1.

SALOMÓN, J.-J. (2001): *El nuevo escenario de las políticas de ciencia*, disponible en <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctsdoc.htm>

TRUEBA GONZÁLEZ, G. (2003): *Principales características del financiamiento de la ciencia y la tecnología en la República de Cuba*, documento de trabajo.

UNESCO-ICSU (1999): *Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico*, disponible en <http://www.campus-oei.org/budapestdec.htm>

VAN DER MEULEN, B. y RIP, A. (1995): "Assessing societal Quality of Research in Environmental Sciences", *A report to the Consultative Committee fo Advisory Research councils and the Advisory Council for Research on Environmente and Nature*, Centre for Studies of Science, Technology and Society, University of Twente, abril.



# Condicionantes políticos y problemas metodológicos en la evaluación de impacto social de las políticas de I+D e innovación

**Diego Moñux Chércoles** (diemon@cartif.es)

Centro Tecnológico CARTIF, España

**Belén Miranda Escolar** (belen@eco.uva.es)

**Guillermo Aleixandre Mendizábal** (galeixam@eco.uva.es)

**Francisco Javier Gómez González** (javier@emp.uva.es)

Universidad de Valladolid, España

El presente artículo hace una exploración conceptual y metodológica sobre la integración de la Evaluación de Impacto Social (EIS) en las políticas de I+D e innovación. Con el objetivo de avanzar hacia mecanismos capaces de evaluar, de forma efectiva, el impacto social de los proyectos de I+D e innovación presentados a convocatorias públicas de las políticas regionales españolas, el trabajo ofrece tres resultados parciales. En primer lugar, una identificación de cinco condicionantes que modulan la formulación y evaluación de dichas políticas. En segundo lugar, un marco metodológico que permite clarificar los criterios, momentos y funciones de la EIS. Por último, una identificación y categorización de las barreras y facilitadores que es preciso tener en cuenta para hacer una propuesta viable de EIS.

173

**Palabras clave:** políticas regionales de I+D e innovación, evaluación socioeconómica, impacto social.

*This article makes a conceptual and methodological exploration about the integration of the Social Impact Evaluation (EIS) and the R&D and innovation policies. Aiming at advancing toward mechanisms able to effectively evaluate the social impact of the R&D and innovation projects presented to the public calls of the Spanish regional policies, the paper offers three partial results. First, an identification of five conditionings that shape the formulation and evaluation of these policies. Second, a methodological framework that allows to clarify criteria, moments and functions of the EIS. Finally, an identification and categorization of the barriers and facilitating conditions that must be taken into account to make a viable proposal of EIS.*

**Key words:** regional policies of R&D and innovation, socioeconomic evaluation, social impact.

## 1. Introducción

Durante los últimos años hemos asistido a un importante cambio en la concepción de las políticas de I+D e innovación, impulsado, en gran medida, por las propuestas conceptuales de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y, en el ámbito europeo, por las estrategias de innovación de la Comisión Europea. Esta redefinición del papel de las políticas de innovación ha llevado, inevitablemente, a una revisión del papel desempeñado por los mecanismos de evaluación. En cuanto a sus *objetivos*, estos mecanismos han pasado de ser un medio para la rendición de cuentas a constituirse en instrumentos de apoyo a la toma de decisiones y a la evolución estratégica de las políticas, explotando el potencial de aprendizaje de las experiencias pasadas. Por lo que se refiere al *ámbito* y las *metodologías* empleadas, han pasado de contemplar aspectos tecnocientíficos y financieros a abordar los impactos socioeconómicos e indirectos derivados de su aplicación.

Si bien es cierto que las administraciones disponen de una gran cantidad de información, que permite evaluar la asignación de sus recursos y las realizaciones que producen, y que existe un buen número de técnicas cuantitativas y cualitativas para llevar a cabo la evaluación socioeconómica de este tipo de políticas, no es menos cierto que éstas no agotan todos los ámbitos de actuación de las *nuevas políticas de I+D e innovación*. En particular, habría que considerar la inseparable relación entre los procesos de cambio social, la evolución de la tecnología y la adopción de innovaciones. Es aquí donde la *Evaluación de Impacto Social (EIS)* se presenta como una de las repuestas a la “necesidad de métodos que capturen de forma más completa los beneficios no económicos de la investigación -o, al menos, aquellos beneficios que no se pueden expresar en términos monetarios por las organizaciones receptoras de la I+D (las empresas, por ejemplo)” (Georghiu y Roessner, 2000: 675). Su implementación podría, además, dar respuesta a una paradoja presente en las nuevas políticas de I+D+i: la inclusión de objetivos relativos al bienestar social y la calidad de vida -como el empleo, el espíritu emprendedor, el impacto de género, la interdisciplinariedad, la cultura científica y de innovación- sin la correspondiente existencia de mecanismos de evaluación capaces de valorarlos.

En respuesta a este reto, el presente artículo ofrece las primeras conclusiones de un proyecto de investigación interdisciplinario<sup>1</sup> encaminado al desarrollo de una metodología de integración de la *Evaluación de Impacto Social (EIS)* en las políticas de I+D e innovación -particularizado para el caso de la Comunidad Autónoma de Castilla y León (España)- cuya finalidad es el apoyo a la toma de decisiones en la selección de proyectos presentados a convocatorias públicas. Decisiones cada vez más difíciles en la medida en que deben integrar aspectos que, en ocasiones, se muestran contrapuestos, como pueden ser: la competitividad empresarial y el

<sup>1</sup> VA097/04, financiado por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, a quien queremos expresar nuestro agradecimiento.

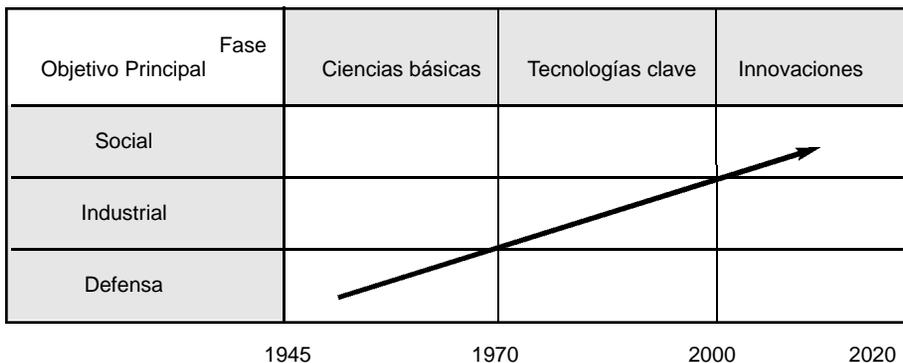
bienestar social; la explotación comercial y la rentabilidad social; el impacto local y la relevancia global; o, la eficiencia administrativa y la evaluación avanzada.

La estructura del trabajo es como sigue. En primer lugar, partiendo la visión de unas políticas de I+D e innovación de tercera generación, más cercanas a las demandas sociales, se identifican cinco condicionantes que modulan el desarrollo de dichas políticas y, como consecuencia, plantean nuevos retos en términos de evaluación. En segundo lugar, se presenta un marco metodológico para la EIS, dentro del cual se opta por unos criterios, momentos y funciones concretos de evaluación: aquellos que se consideran apropiados para evaluar los instrumentos de financiación de proyectos de I+D+i del sector público y privado de las políticas regionales de innovación -que son los seleccionados como objeto de estudio. Por último, se hace un esfuerzo por identificar y categorizar las barreras y facilitadores que es preciso tener en cuenta para hacer una propuesta viable de EIS. El artículo se cierra con unas conclusiones.

## 2. Hacia políticas de tercera generación: condicionantes y retos de evaluación

Las últimas décadas han sido escenario de una sustancial transformación en la forma de entender las políticas de I+D+i. Su evolución puede plasmarse en tres etapas bien diferenciadas (Figura 1).

**Figura 1. Evolución de las políticas de innovación desde 1945 en los países de la OCDE**



Fuente: Caracostas y Muldur (1998: 17).

Durante la primera fase (1950-1975) se aplica una política tecnológica dominada por una concepción básicamente estratégica de las actividades de I+D+i, teniendo la defensa como factor determinante. El discurso teórico dominante está representado por el informe *Science, the Endless Frontier*, de 1945, que forja el modelo lineal del empuje de la ciencia (*science-push*); es decir, basta invertir en ciencia básica, inyectar recursos en el sistema de ciencia y tecnología, para que éste genere conocimientos y tecnologías útiles para la defensa nacional, los cuales pueden ser absorbidos, también, por el sistema económico.

La segunda fase (1975-1995) está caracterizada por una toma de conciencia, por parte de la academia y de los poderes públicos, sobre la relevancia industrial de la tecnología. De esta forma, la política de I+D+i empieza a orientarse por objetivos tecnoeconómicos con la competitividad industrial como factor determinante. Las políticas públicas de ciencia y tecnología se comienzan a diseñar, siguiendo los trabajos impulsados por la OCDE (OECD, 1992) como principal fuente de inspiración, con un nuevo fin: fomentar la competitividad de las industrias estratégicas en un número concreto de áreas tecnológicas clave. Se trata de una política que pone su énfasis en la tecnología pero al servicio de la política industrial. En otras palabras, el gobierno pasa de ser cliente de la ciencia a financiador y promotor de la innovación tecnológica en la industria.

Por último, algunos autores sitúan en el año 1995 el comienzo de una nueva etapa en la que el principal objetivo de las políticas de I+D+i debe ser social y los factores determinantes la calidad de vida, el empleo y el desarrollo sostenible. En esta fase, la innovación aparece como concepto central en un modelo orientado por la demanda, en el que las relaciones entre investigación, desarrollo tecnológico e innovación son multidireccionales y complejas, y en el que las prioridades tecnocientíficas deben ser fijadas de “abajo a arriba” y no de “arriba abajo” como sucedía en las dos anteriores. La inspiración teórica proviene de dos fuentes: el nuevo paradigma tecnoeconómico, construido desde la economía evolucionista, y la nueva imagen de la tecnología concebida desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Como señalan Caracostas y Muldur (1998: 21): “La competitividad industrial no será por más tiempo un objetivo en sí mismo, sino un medio para aumentar la contribución de la ciencia y la tecnología al crecimiento, al empleo y a la difusión de las innovaciones”.

En definitiva, si la primera fase supuso el acercamiento entre la ciencia y la defensa nacional, y la segunda entre la industria y la tecnología, la tercera debe conducir al maridaje entre ciencia, tecnología, innovación y sociedad.

## 2.1. Condicionantes de las nuevas políticas de I+D e innovación

Visto desde la perspectiva del año 2004, es difícil decir hasta qué punto las previsiones de Caracostas y Muldur, condicionadas por el proceso de debate y lanzamiento del V Programa Marco de I+D de la Unión Europea, se han cumplido por

completo. Pero no cabe duda que, en los últimos años, el contexto en el que se desarrollan las políticas de ciencia y tecnología ha cambiado notablemente.<sup>2</sup>

En principio, pueden identificarse cinco condicionantes que vienen a reflejar esos cambios y que, inevitablemente, deben ser tenidos en cuenta en el diseño de las metodologías de evaluación. Se trata de una serie de aspectos que, sin determinar de forma unidireccional el carácter de las políticas y sus procesos de evaluación, suponen poderosos condicionantes que determinarán su desarrollo en el futuro:

- *Una nueva imagen de la ciencia y la tecnología en el pensamiento sociológico y económico.* Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, por una parte, y de la economía evolucionista, por otra, han abierto nuevas perspectivas conceptuales en el estudio de los factores socioeconómicos del cambio tecnológico. La ciencia, ante la necesidad de responder a nuevas necesidades y rendir cuentas ante nuevos *stakeholders*, se produce de una forma distinta, que algunos autores denominan modo 2 (Gibbons et al., 1994). La tecnología, por su parte, aparece como un conocimiento complejo con una importante dimensión táctica, cuya generación y transferencia se ve condicionada por múltiples elementos no técnicos (Pavitt, 1984; Archibugi y Pietrobelli, 2003). Como consecuencia, el cambio tecnológico deja de ser un fenómeno autónomo y determinista para entenderse como un proceso interactivo por el que tecnología y sociedad coevolucionan (Rip y Kemp, 1998). Conceptos como los de *sistema sociotécnico* (Quintanilla y Bravo, 1997), *paradigma tecnológico* (Dosi, 1982) y *régimen tecnológico* (Kemp, Schot y Hoogma, 1998) pretenden sustituir con éxito a la vieja visión lineal del cambio tecnológico.

177

- *La omnipresencia de la innovación.* La innovación se ha convertido en una prioridad política y económica de primer orden, así como en una clave de las nuevas formas de organización empresarial. Aparece, idealmente, como la principal estrategia para convertir los resultados de investigación en soluciones rentables y provechosas para la sociedad. La innovación, además, se generaliza, entendiéndose como un fenómeno sistémico y distribuido por el que muchos agentes del sistema de innovación acompañan a la empresa en su proceso de introducción de nuevos procesos y productos (Freeman, 1987; COTEC, 2004). Pero no sólo los agentes tradicionales, como administraciones, universidades, u organizaciones interfaz: nuevos actores -capaces de integrar las demandas y las preferencias de los usuarios últimos- están llamados a desempeñar un importante papel en la articulación del sistema, en lo que algunos autores denominan “sistemas de innovación holísticos” (Fernández, Haensen y Venchiarutti, 2002: 3).

<sup>2</sup> En concreto, la sensibilidad europea en torno a la brecha entre ciencia-tecnología y sociedad es patente. Este análisis del año 2000 es sin duda de actualidad: “La ciencia y la sociedad mantienen actualmente en Europa unas relaciones paradójicas. Por una parte, la ciencia y la tecnología se sitúan en el corazón de la economía y del funcionamiento de la sociedad e influyen positivamente en la vida de los europeos cada vez en mayor medida. Los ciudadanos cada vez esperan más de ellas y son pocos los problemas planteados a la sociedad europea cuya solución no se encomiende, de una forma u otra, a la ciencia y a la tecnología. Por otra parte, el progreso del conocimiento y la tecnología tropieza con un escepticismo creciente que puede incluso transformarse en hostilidad, y la aventura del conocimiento no suscita ya el mismo entusiasmo sin reservas que hace unas décadas” (Comisión Europea, 2000: 4).

- *El paradigma de la competitividad.* La competitividad es, igualmente, una columna vertebral de la agenda política y la gestión empresarial: un valor asumido por todo tipo de actores sociales y económicos que se ha convertido en una empresa colectiva. Pues no sólo las empresas deben apostar por la construcción de ventajas competitivas, sino que regiones y países deben ser capaces de explotar sus recursos endógenos y desarrollar sus capacidades con el objetivo de convertirse en territorios competitivos (Porter, 1990; Vázquez Barquero, 1999).

- *La sociedad como parte interesada del cambio tecnológico.* La ciencia y la tecnología se producen hoy en un contexto en el que la confianza de los ciudadanos en el progreso no está garantizada (Comisión Europea, 2000: 4), en el que la sociedad se constituye como un *stakeholder* ineludible ante el que es preciso rendir cuentas. El apoyo político a la creación de cultura científica es, por tanto, una prioridad que debe combinarse con la articulación de una política tecnológica más próxima a los ciudadanos y un incremento de la responsabilidad social y ética en la producción de nuevos conocimientos (Comisión Europea, 2002). En resumen, se buscan nuevos modelos de *gobernanza* capaces de integrar cultura científica, gestión del riesgo tecnológico y participación social.

- *El desarrollo sostenible como visión integradora.* Si existe un concepto capaz de aglutinar consenso en torno a los límites del crecimiento y de integrar, de forma efectiva, las dimensiones social, económica y ambiental representadas por los anteriores condicionantes, ese es el desarrollo sostenible. El papel del cambio tecnológico en la consecución de un desarrollo sostenible -bien como fuente de problemas o de soluciones- es ineludible. Ya sea como paraguas conceptual o como principio guía para la acción, el desarrollo sostenible está llamado a presidir la evaluación social de la I+D y la innovación. En efecto, la integración de las dimensiones económica, social y ambiental -que algunos autores anglosajones denominan triple *bottom line*- es una apuesta posible, como muestran algunas experiencias que se están poniendo en práctica (Marcure, 2004).

178

## 2.2. El dilema del decisor político: nuevos retos en la evaluación de la I+D y la innovación

Los condicionantes de las nuevas políticas de ciencia y tecnología, que se exponían en el epígrafe anterior, dibujan un panorama distinto del que el decisor político tenía que hacer frente hace solo unos años, en un contexto de menor presión social y económica sobre la producción de ciencia y tecnología. Este panorama diferente es lo que Fahrenkrog et al. (2002: XIII) denominan el dilema del decisor político -*the policymaker's dilemma*-, una situación propia de la década de los noventa y derivada de los condicionantes anteriores: nuevas formas de producción de conocimiento, naturaleza sistémica y distribuida de la innovación, aumento de las demandas de transparencia y de la preocupación social sobre el cambio tecnológico.

Lo que estos autores denominan "dilema" se convierte para otros (Kuhlmann et al., 1999) en exigencias ineludibles para el responsable político y, en último término, para todos los agentes del sistema de innovación. En primer lugar, las administraciones

publicas se enfrentan a una “presión sobre el sistema de I+D+i para que funcione de forma más eficaz y eficiente, dados los costes crecientes de la ciencia y la tecnología”. Esta presión se traslada posteriormente a los científicos: “con sistemas más orientados a la demanda, los científicos están más presionados para producir resultados en términos de soluciones a problemas sociales concretos”. Y, por último, a los responsables directos de la asignación de los fondos de I+D+i, que se ven obligados a “tomar decisiones cada vez más difíciles en cuanto a la distribución de los fondos para ciencia y tecnología [y por lo tanto a la necesidad de] integrar las iniciativas “clásicas” en políticas de innovación con objetivos socioeconómicos más amplios” (Kuhlmann et al., 1999: 8-9).

La presión, por tanto, no cae sólo del lado del diseño de las políticas sino también del lado de la evaluación, ya sea ésta para determinar la asignación de los fondos o para la valoración de los resultados de los programas de I+D subvencionados. Inevitablemente, las políticas diseñadas en este nuevo contexto requieren nuevas formas de evaluación: “Esta nueva política requerirá igualmente nuevos métodos de evaluación *ex ante* y *ex post*. Serán importantes instrumentos de planificación y evaluación de tecnologías para la distribución de los fondos públicos de investigación. Para compensar las imperfecciones del mercado en la selección de las innovaciones, los poderes públicos deberán saber de antemano las posibles consecuencias que, en el empleo, el medio ambiente o la calidad de vida, tendrá la financiación de las diferentes áreas de la I+D” (Caracostas y Muldur, 1998: 21).

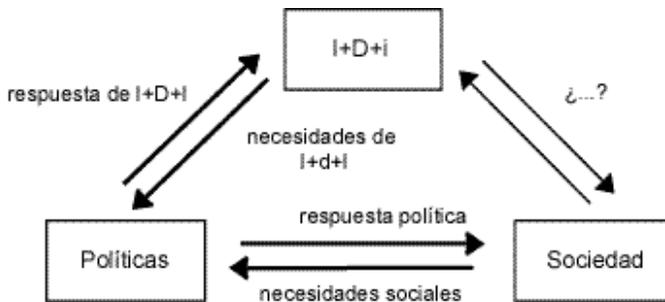
Fahrenkrog, Tubke, Polt y Rojo (2002: 244) coinciden con esta visión, identificando tres generaciones de estudios de evaluación que podemos poner en paralelo con las tres generaciones de políticas de Caracostas y Muldur. La primera generación se habría concentrado en los resultados científicos; la segunda, en el impacto directo de la tecnología y la innovación; y, por último, una tercera generación estaría emergiendo para dar cuenta de la dimensión socioeconómica y los impactos estructurales de la I+D y la innovación.

En otras palabras, las aproximaciones tradicionales a la evaluación no son suficientes. En primer lugar, las evaluaciones centradas únicamente en los retornos directos de las inversiones públicas fallan en su propia concepción, pues asumen un modelo lineal de la innovación -propio de las políticas de “*primera fase*”, ya superadas- y minusvaloran otros efectos socioeconómicos positivos derivados de las políticas de I+D+i. Por ello, deben ser sustituidas por otras que atiendan a la complejidad causa-efecto y que puedan dar cuenta de los efectos derivados de la cooperación y el aprendizaje en los sistemas de innovación, que tan insistentemente se presentan como nuevos objetivos políticos (Georghiou y Roessner, 2000: 675). En segundo lugar, los criterios habitualmente utilizados en las evaluaciones de excelencia científica -como la evaluación por pares- y de impacto económico deben ser complementados con otros de dimensión estrictamente social, en correspondencia con los nuevos modos de producción de conocimiento y de articulación de una importante diversidad de agentes que operan en los sistemas de innovación (Frederiksen, Hansson y Wenneberg, 2003).

### 3. Hacia la construcción de una metodología de Evaluación de Impacto Social

A la luz de los hechos que acaban de describirse, parece claro que la evaluación socioeconómica se constituye como un elemento esencial para mejorar la integración entre la ciencia y la sociedad, para ayudar a traducir las necesidades sociales en soluciones tecnológicas. La Evaluación de Impacto Social (EIS), en particular, sin ser la única estrategia de evaluación, puede ser un facilitador del proceso por el que las políticas apoyan las necesidades sociales mediante la financiación de instrumentos de apoyo a la I+D y la innovación, tal y como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Relación entre política, investigación y sociedad



180

Fuente: European Commission (2003a: 13).

Ahora bien, diseñar un mecanismo de evaluación concreto requiere, en primer lugar, definir un marco conceptual adecuado. Podemos tomar como punto de partida la aportación de Fahernkrog et al., para quienes

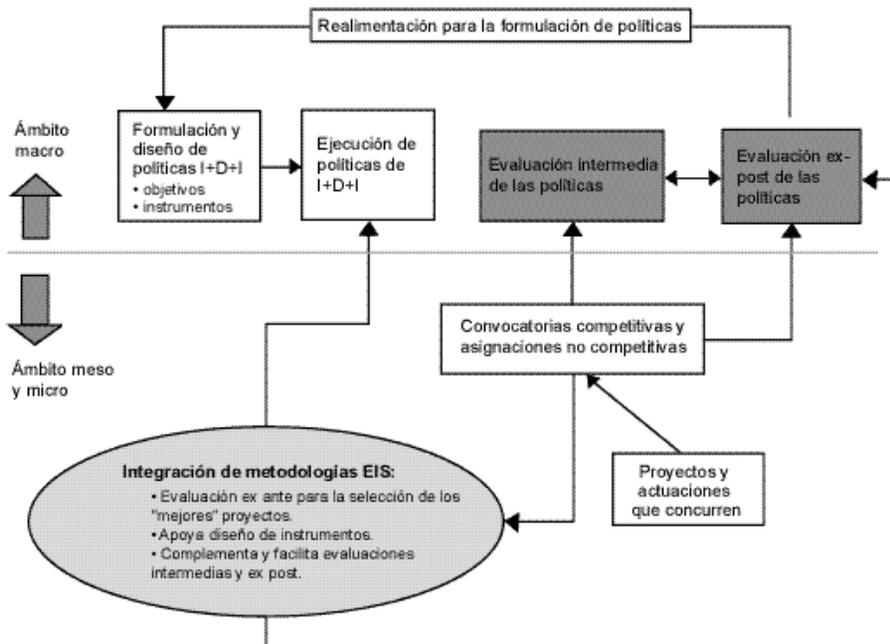
La evaluación es un proceso sistemático y objetivo que valora la relevancia, eficiencia y eficacia de las políticas, programas y proyectos a partir de los objetivos establecidos. Un mecanismo que incorpora en paralelo una aproximación teórica y práctica, y cuyos resultados realimentan la acción política, provocando un proceso continuo de aprendizaje. Desde este presupuesto, la evaluación permite incorporar una dinámica de transparencia y rendición de cuentas al proceso político que enriquece la lógica de la formulación y la revisión política. (Fahernkrog et al., 2002: XIV)

Sin embargo, pensamos que esta definición solo recoge un aspecto parcial de la evaluación al no contemplar la medición de los impactos, es decir, los efectos a medio o largo plazo. Por ello, nos mostramos más partidarios de considerar la evaluación como la aplicación de métodos de investigación sistemáticos al objeto de examinar el diseño, la ejecución y la utilidad de un programa, una política o un

proyecto concreto. Se trata de un proceso continuo que debería estar presente a lo largo de toda la vida de una política o de un programa. La evaluación marca, por tanto, un camino a seguir para apreciar, sobre la base de métodos científicos, la eficacia, la eficiencia, y los efectos reales, previstos o no, de las políticas públicas. Este proceso se desarrolla mediante la utilización de diferentes enfoques y técnicas de medición que permiten extraer conclusiones y recomendaciones para quienes tienen la responsabilidad de planificar y adoptar decisiones que afectan a la sociedad en general.

Dentro de las posibilidades que ofrecen las definiciones anteriores, optamos por una EIS orientada a facilitar los procesos de evaluación para la selección. Es decir, pretendemos desarrollar un mecanismo que facilite la toma de decisiones en la selección de actividades de I+D e innovación financiadas por las políticas públicas de ciencia y tecnología. Se trata, por tanto, de un mecanismo de evaluación -complementario a los convencionales- que le permita a los decisores priorizar aquellas alternativas cuyo impacto social sea, previsiblemente, mejor (Figura 3). Ahora bien, partiendo de esta idea básica, es preciso acotar con mayor claridad la propuesta. En las siguientes páginas se detallan algunas de las características de nuestra metodología: qué actividades evaluar; con qué finalidad se llevará a cabo la evaluación; qué criterios de evaluación utilizar; y en qué momento del ciclo de vida de las políticas deberá aplicarse.

**Figura 3. Papel de la integración de metodologías EIS en las políticas de I+D+i**



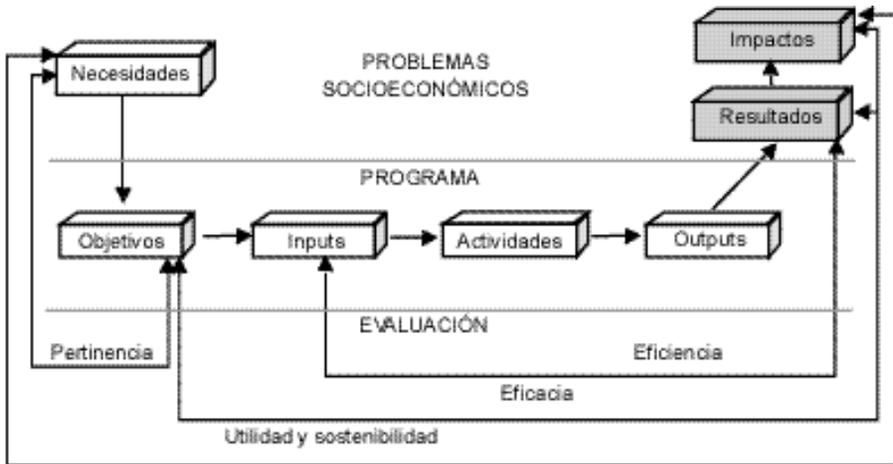
Fuente: Elaboración propia

### 3.1. Criterios de evaluación

A fin de fijar los criterios de evaluación de referencia parece recomendable partir del modelo del ciclo de vida de un programa, utilizado ampliamente por la Comisión Europea (Figura 4). En este modelo se detallan los elementos del ciclo de vida de una actividad (proyecto, política o programa) y su relación con las necesidades; es decir, los problemas socioeconómicos que justifican su financiación. Toda actividad precisa de unos inputs (recursos humanos y financieros) para producir unos outputs y unos efectos -de dos tipos, resultados (*outcomes*) e impactos (*impacts*)- que se relacionan con los distintos niveles de objetivos de dicha actividad (Mairate, 2003: 57-60).

Consideremos, por ejemplo, un programa que pretende reforzar la vertebración del sistema de innovación regional (objetivo global) mediante el fortalecimiento de los vínculos universidad-centros tecnológicos y centros tecnológicos-empresa (objetivos específicos), mediante la concesión de una serie de ayudas públicas para la realización de actividades de transferencia de tecnología entre estos tres actores del sistema de innovación (objetivos operativos). Los *outputs* son los bienes y servicios producidos directamente por cada una de las actividades financiadas, y se corresponden con objetivos operativos del programa (artículos publicados, patentes, innovaciones puestas en marcha en las empresas). Los resultados serán los efectos inmediatos o directos vinculados a objetivos específicos de la actividad (los contactos personales realizados durante la realización de dichos proyectos conjuntos; el conocimiento generado en cada organización -que no se agota en las publicaciones y las patentes- y el transferido entre los actores, que no se reduce al aplicado en los proyectos; el incremento de la capacidad tecnológica de las empresas, que no se agota en las innovaciones puestas en marcha). Los impactos, por último, se entienden como efectos a largo plazo -y en algunos casos indirectos- relacionados con los objetivos globales de la actividad; en nuestro caso, serán los vínculos que permanecen entre los actores en el largo plazo, los proyectos adicionales que se pueden derivar de los financiados por el programa, los beneficios de explotación de las patentes, el reforzamiento de las instituciones o la confianza mutua instalada en el sistema.

Figura 4. Procesos de un programa y criterios básicos de evaluación



Fuente: Adaptado de Mairate (2003: 60).

Partiendo de estos conceptos, se definen cuatro criterios básicos de evaluación:

- **Pertinencia.** Es la medida en que el proyecto o programa responde a las necesidades socioeconómicas existentes. En concreto, se refiere al grado de adecuación de los objetivos y de las medidas de un programa a las necesidades sectoriales y a los problemas socioeconómicos a los que se dirige. Se trata del criterio más político y uno de los más delicados, pues su discusión supone pensar en alternativas al programa o en la no continuidad de uno que ya se esté ejecutando.
- **Eficiencia.** Es el criterio que mide el ajuste ente los inputs movilizados y los outputs y resultados de la actividad. Pretende dar respuesta a preguntas como: ¿se han alcanzado los objetivos operativos al menor coste?, o ¿es posible obtener los mismos resultados con menos coste? Las herramientas más habituales para evaluar este criterio son el análisis coste-beneficio y el análisis coste-efectividad.
- **Eficacia.** Refleja el grado en el que se han alcanzado los objetivos planteados en el programa como consecuencia de los efectos que de él se han derivado, sin considerar los costes en que se ha incurrido para ello. Las preguntas a las que responde son, por tanto, del siguiente tipo: ¿se han conseguido los objetivos globales y específicos planteados?, ¿en qué grado?
- **Utilidad y sostenibilidad.** Evalúan los impactos en relación con las necesidades socioeconómicas que el programa pretendía abordar. En consecuencia, ofrecen una

idea de la contribución real del programa a la resolución de problemas socioeconómicos (*utilidad*) y del mantenimiento en el tiempo de los impactos alcanzados (*sostenibilidad*).

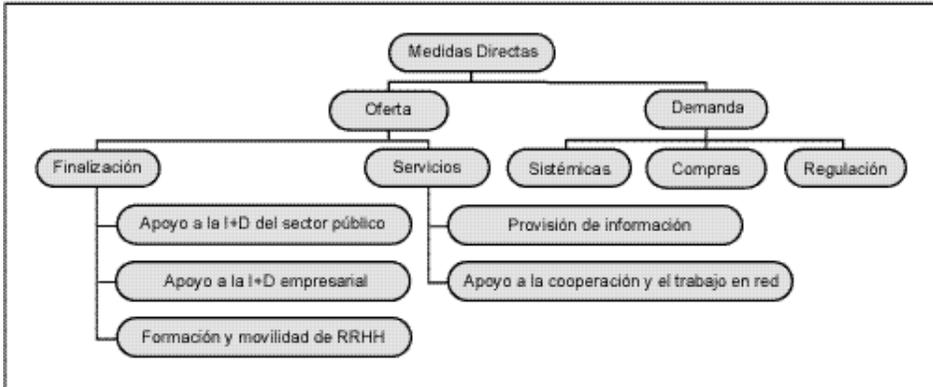
Desde este punto de vista, concebimos nuestra metodología EIS, básicamente, como una evaluación de eficacia. Aunque la EIS pretende como objetivo último mejorar la respuesta a las necesidades socioeconómicas -y en ese sentido tiene algo de evaluación de utilidad- es, sobre todo, un mecanismo para garantizar la consecución de los objetivos sociales que ya están presentes en las políticas y, por tanto, una metodología orientada a mejorar la eficacia de la acción pública. No obstante, como avanzamos al final de este artículo, no descartamos la posibilidad de combinar esta metodología con otras para ayudar a establecer los objetivos de futuros programas y, por tanto, contribuir a mejorar la pertinencia de las políticas de I+D e innovación.

### 3.2. Instrumentos políticos: qué evaluar

A la hora de diseñar una metodología de evaluación de políticas o programas públicos es necesario precisar qué instrumentos políticos en concreto deseamos evaluar. En función del autor que tomemos como referencia, podemos identificar cuatro o cinco instrumentos de la política de I+D e innovación. Así, Polt y Rojo (2002) sugieren cuatro: financiación de actividades de I+D, creación de infraestructura de I+D, apoyo a la transferencia y difusión de tecnología, y creación de un entorno legal favorable; mientras Osuna, Grávalos y Palacios (2003), por su parte, señalan cinco: proyectos de I+D, recursos humanos, infraestructuras científicas, apoyo a la innovación tecnológica y acciones especiales.

La Comisión Europea (European Commission, 2003b: 3-7), sin embargo, ofrece una visión centrada en la explotación empresarial de la I+D (Figura 5). Se parte de la distinción entre medidas directas e indirectas. Las medidas directas, las que nos interesan a efectos de nuestro trabajo, se clasifican en políticas de oferta y de demanda. Se entiende por medidas de oferta aquellas que pretenden fortalecer a los agentes de investigación y proveer a las empresas de recursos para la innovación. Las medidas de demanda, por el contrario, son aquellas que fortalecen y aumentan la demanda de I+D y de servicios innovadores por parte de las empresas. Desde nuestro punto de vista, esta clasificación tampoco es completa, porque deja fuera instrumentos lejanos de la empresa, como es el caso de las grandes Instalaciones. Por otra parte, es arriesgada, pues la distinción entre oferta y demanda no es siempre sencilla y algunos instrumentos, como el apoyo a la coordinación, el trabajo en red o las medidas sistémicas, bien podrían clasificarse en una tercera categoría denominada medidas de coordinación, intermedia entre las dos anteriores. No obstante, la clasificación es suficientemente amplia para servir de marco de trabajo.

Figura 5. Clasificación de los instrumentos de la política de I+D+i



Fuente: European Commission (2003b: 6).

Sobre esta clasificación elegimos, provisionalmente, dos instrumentos como objeto de la EIS: el apoyo a la I+D en el sector público y el apoyo a la I+D empresarial. Las razones que avalan esta selección son de dos tipos. En primer lugar, consideramos que estos son los instrumentos en los que el impacto social de las actividades, siendo muy importante, es menos visible y en el que, por tanto, urge hacer un trabajo de identificación e integración de la dimensión social de la ciencia y la tecnología. En segundo lugar, desde un punto de vista más práctico, se trata de instrumentos que se concretan en convocatorias públicas a las que concurren proyectos de forma competitiva, terreno en el que contamos con trabajos teóricos previos (Moñux et al., 2003) y experiencia práctica como evaluadores de distintos programas europeos (Miranda, 2003).

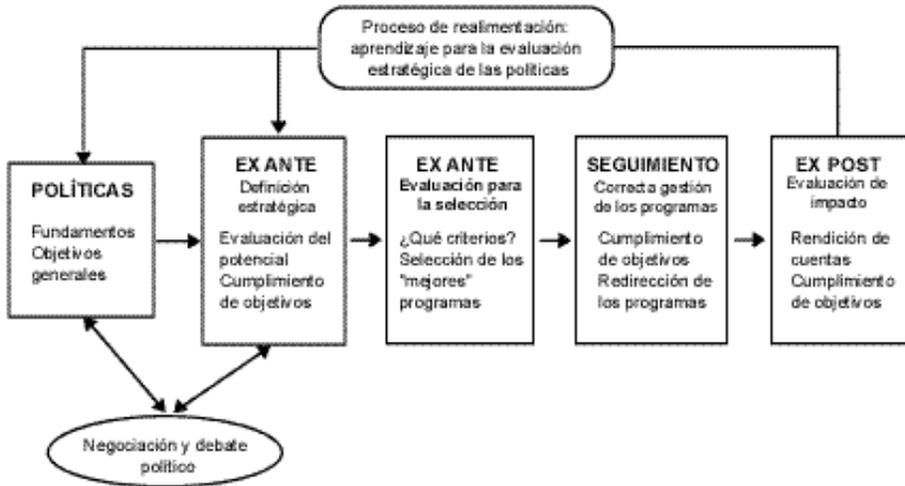
185

### 3.2. Momentos y funciones de la evaluación: cuándo y para qué evaluar

En la Figura 6 se muestra un esquema simple de las fases y procesos de evaluación que se aplican en la formulación e implementación de políticas de I+D+i (Fahrenkrog et al., 2002: XV). Siguiendo la secuencia temporal, en primer lugar aparece la evaluación *ex ante* de carácter estratégico (*appraisal*) que define el potencial de cumplimiento de objetivos y el marco de trabajo para la implementación. En segundo lugar, se lleva a cabo la evaluación para la selección, en la que se establecen los criterios de decisión y se seleccionan las actividades (programas o proyectos) que se van a financiar. En tercer lugar, durante la ejecución de las actividades, se desarrollan evaluaciones intermedias (*on-going evaluation*) que garantizan la ejecución del programa de acuerdo con los objetivos planteados, requiriendo para ello un plan de seguimiento (*monitoring*) que recoge la información relativa al programa/proyecto.

Una vez terminadas las actividades del programa, es tiempo para la evaluación *ex post*, en la que se analizan los impactos producidos por dichas actividades. Ello incluye tanto los impactos directos como aquellos que se consideran indirectos respecto a los objetivos de partida, así como los que caen dentro de lo previsto o los imprevistos, positivos o negativos, dependiendo también de la influencia de los factores exógenos.

Figura 6. Fases de un proceso de evaluación de políticas



186

Fahrenkrog et al. (2002).

En cuanto a las funciones de evaluación, para la mayoría de los autores existen tres propósitos para la evaluación de las actividades de I+D e innovación: rendición de cuentas, apoyo a la toma de decisiones y apoyo a la evolución estratégica de las políticas. Arie Rip (2003) describe de la siguiente forma cada una de las tres funciones mencionadas:

- *Rendición de cuentas (accountability)*. Es la función de control. Comenzó teniendo forma de mera auditoría de gasto para pasar a contabilizar los *inputs* y *outputs* de la investigación mediante el desarrollo de indicadores de desempeño: publicaciones, patentes, etc.
- *Apoyo a la toma de decisiones (decisions support)*. Puede tratarse de decisiones a escala micro o macro: las primeras son decisiones organizativas tomadas dentro de un centro de investigación (por ejemplo, la continuidad o no de un proyecto); las

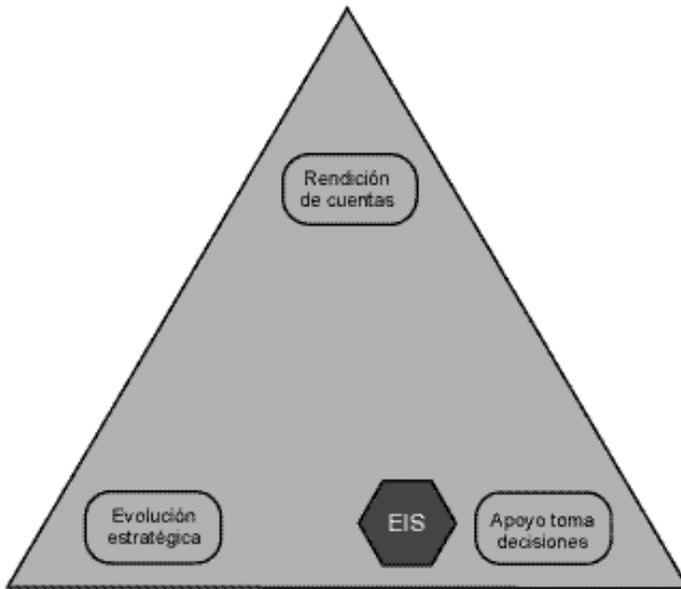
segundas, sin embargo, son las decisiones políticas tomadas por la administración (por ejemplo, la asignación o no de fondos públicos a un proyecto).

- *Apoyo al aprendizaje y la evolución estratégica de las políticas (strategic change)*. Los decisores políticos están interesados en mejorar las políticas con el tiempo para incrementar la pertinencia de sus actuaciones; es decir, la respuesta de los programas ejecutados a los problemas de la sociedad. La evaluación puede también proveer información útil para apoyar dichos procesos de aprendizaje y evolución.

Estas tres funciones pueden representarse en forma de triángulo (Figura 7), de modo que cualquier metodología de evaluación podría situarse en algún lugar dentro de él, como combinación de las tres funcionalidades puras que se representan en los vértices. En nuestro caso, como señalábamos anteriormente, optamos por una EIS orientada a facilitar los procesos de evaluación para la selección. Es decir, pretendemos desarrollar un mecanismo que facilite la toma de decisiones en la selección de proyectos financiados por las políticas públicas, ya sea de forma competitiva o no. En consecuencia, por lo que se refiere al momento de su aplicación, se trata de una metodología de evaluación *ex ante*: el objetivo es que el decisor cuente con un mecanismo de evaluación -complementario a los convencionales- que le permita priorizar aquellas alternativas cuyo impacto social sea, previsiblemente, mejor. En segundo lugar, en cuanto a la funcionalidad perseguida, se corresponde claramente con una función de apoyo a la toma de decisiones.

Finalmente, conviene añadir que aunque la metodología se concibe inicialmente para su uso en evaluaciones *ex ante*, vislumbramos la posibilidad de utilizarla en evaluaciones *ex post*, como elemento de aprendizaje y de apoyo a la evolución estratégica de las políticas -razón por la cual, en la Figura 7, la EIS no se presenta totalmente en el vértice derecho. Para ello, sin embargo, creemos que la EIS no puede actuar por sí sola, sino en paralelo con otros mecanismos proveedores de "inteligencia estratégica" a los sistemas de innovación (Khulmann, 1999 y 2002). Para este autor, los sistemas de innovación modernos precisan de métodos que puedan articular la inteligencia colectiva, socialmente distribuida, para alcanzar soluciones más óptimas a los problemas derivados del cambio tecnológico. Entre los métodos disponibles, en este sentido, destacan la Prospectiva Tecnológica (*Technology Foresight*) y la Evaluación de Tecnologías (*Technology Assessment*), argumentando estrategias para combinar sus potencialidades con la evaluación de políticas tecnológicas. En ese escenario, la EIS sí puede apoyar la evaluación de las políticas y utilizar criterios de utilidad y pertinencia.

Figura 7. Funcionalidades de la EIS



188

Fuente: Elaboración propia a partir de Rip (2003, p.37)

#### 4. Barreras y facilitadores para la integración de la EIS en las políticas de I+D+i

Una vez expuesto el marco metodológico, presentamos ahora los condicionantes -barreras y facilitadores- identificados para la integración de la EIS en las políticas de I+D+i. Para ello, se ha partido de algunas de las ideas disponibles en la literatura sobre evaluación, añadiendo nuevos conceptos y proponiendo una clasificación en cuatro categorías diferenciadas: estructurales, culturales, epistemológicos y metodológicos; con las que se pretende abarcar la variedad de aspectos abordados.

##### 4.1. Principales barreras

Las dificultades que pueden surgir a la hora de integrar la EIS en las políticas de I+D e innovación son de muy diversa índole y ayudan a poner de manifiesto la complejidad de esta tarea. Sin ánimo de ser exhaustivos, la Tabla 1 resume los distintos tipos de obstáculos que, a nuestro juicio, pueden distinguirse.

Tabla 1. Resumen de las barreras para la EIS de la I+D+i

Categoría	Barrera	Descripción
Estructurales	Conflicto entre el gestor y el evaluador	Diferentes perspectivas de ambos agentes respecto del proceso de evaluación
	Incremento de costes y de la burocracia	Más evaluación puede percibirse como un nuevo problema y más trabajo
	Pocas herramientas disponibles	Escasez de técnicas con respaldo práctico y flexibilidad de adaptación al contexto
	Requisito de horizontalidad: Integración entre instrumentos políticos	Las estrategias de evaluación deben ser comunes a los diferentes instrumentos
	Requisito de verticalidad: coordinación entre niveles políticos	La coordinación entre estrategias de evaluación a escala regional, nacional e internacional sería beneficiosa
Culturales	Baja cultura evaluadora	No hay suficiente conciencia sobre la importancia de la evaluación de la I+D+i
	Dominio de la cultura clásica	Escasa penetración de la evaluación pluralista entre los evaluadores
	Barreras organizativas	La evaluación puede chocar con intereses establecidos en los actores del sistema
Epistemológicas	Vacío epistemológico	No existe consenso sobre que impactos sociales se derivan de la I+D+i
Metodológicas	Incertidumbre	Incertidumbre en la predicción de impactos
	Impactos indirectos y externalidades	Los impactos no se corresponden con objetivos centrales del programa
	Atribución ( <i>attribution</i> ) y adicionalidad ( <i>additionality</i> )	Dificultad para discernir qué impactos se corresponden con qué acciones
	Peso muerto ( <i>deadweight</i> )	Confusión por efectos que se habrían producido en ausencia del programa
	Desplazamiento y sustitución	Impactos positivos en un ámbito producen otros negativos en otros ámbitos
	Retraso temporal ( <i>time lag</i> )	Los impactos tardan en hacerse visibles

#### 4.1.1. Barreras estructurales

Las barreras estructurales que hemos detectado se pueden clasificar en las cinco siguientes:

- *El conflicto entre el gestor y el evaluador.* Una de las principales dificultades de la evaluación de la I+D e innovación es la que se deriva de la existencia de múltiples usuarios de la evaluación. Cada uno de los agentes involucrados -y en particular los evaluadores y los responsables políticos- exigen y esperan cosas distintas del proceso de evaluación. Boden y Stern (2002: 1-3), recogiendo la propuesta de Georghiu (2001), caricaturizan estas divergencias bajo las denominaciones *Delivery gap* y *Customer gap*, conceptos de difícil traducción al castellano -Osuna, Grávalos y Palacios (2003: 25) las denominan, respectivamente, “el desajuste en la entrega” y el “desajuste del cliente”. El *Delivery gap* da cuenta de la diferencia entre lo que los responsables de las políticas desean del proceso de evaluación y lo que los evaluadores pueden ofrecerles. Mientras los primeros quieren certezas e indicadores claros que apoyen su toma de decisiones, los segundos tan sólo pueden ofrecer, en la mayoría de los casos, evidencias parciales derivadas de la complejidad del proceso innovador. El *Customer gap* presenta la situación complementaria: la diferencia entre lo que los evaluadores exigen para realizar su trabajo y lo que los responsables políticos pueden ofrecerles. Mientras los primeros demandan tiempo, recursos, información y objetivos claros para guiar su evaluación, los segundos sólo pueden dar respuestas parciales a dichas demandas. Ambas situaciones se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. El conflicto entre el gestor y el evaluador

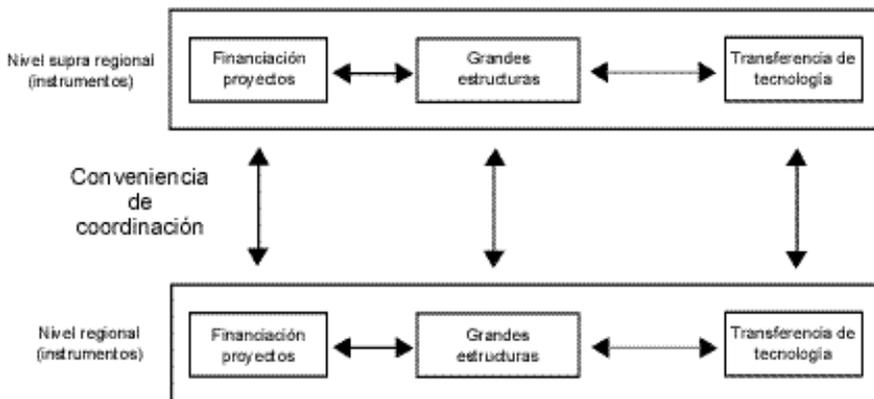
<b>Delivery gap</b>	
<b>¿Qué piden los políticos?</b>	<b>¿Qué responden los evaluadores?</b>
Información rápida para tomar decisiones de gasto en materia de I+D+i	La investigación y la adopción de innovaciones pueden necesitar años para percibir sus efectos sobre la sociedad
Atribución clara y precisa de efectos a la inversión realizada	Atribuir los efectos directos, indirectos e inducidos a las actividades de I+D+i es una tarea complicada. Los modelos lineales son un caso excepcional y difícil de evaluar.
Evidencia independiente de investigaciones e innovaciones de excelencia	Existe un cierto grado de corporativismo entre los investigadores y/o evaluadores.
Indicadores clave para realizar el seguimiento y determinación de los valores de referencia ( <i>benchmarks</i> )	Los sistemas de indicadores demasiado rígidos distorsionan la ejecución de los programas y/o políticas y pueden manipularse
<b>Customer gap</b>	
<b>¿Qué piden los evaluadores?</b>	<b>¿Qué responden los políticos?</b>
Objetivos jerarquizados, claramente definidos y cuantificados	Los programas son un compromiso que persigue objetivos múltiples y, en ocasiones, contradictorios
Independencia garantizada	Las recomendaciones deben ser realistas y tener en cuenta las restricciones políticas
Tiempo y recursos (técnicos, humanos, financieros) adecuados para realizar el trabajo	Los resultados deben estar disponibles lo antes posible y al menor coste
Libre y total acceso a la información y a los agentes involucrados en el programa y/o política ( <i>stakeholders</i> )	Los agentes están ocupados y saturados de controles, inspecciones y auditorias

Fuente: Adaptado de Boden y Stern (2002: 1-2).

• *Incremento de costes y de la burocracia.* Nos hallamos ante un contexto donde, tanto desde el plano político como desde el de los investigadores, se presiona para reducir el tiempo de evaluación *ex ante*. Los gestores desean agilizar en lo posible los procesos para ser más eficientes, a pesar de lo cual los ejecutores perciben que los trámites de solicitud y justificación son excesivamente burocráticos y la evaluación demasiado lenta. En este contexto, la introducción de mecanismos de evaluación de impacto amenaza con aumentar la complejidad, encarecer y dilatar el proceso. Es necesario, por tanto, una fuerte voluntad política para poner en marcha este tipo de iniciativas. Como advierte COTEC (2004: 228), inmediatamente después de denunciar la falta en España de mecanismos de seguimiento y evaluación de los resultados de programas y proyectos de I+D: “La experiencia del Programa Marco de la UE demuestra la complejidad y el volumen de recursos que requieren acciones de este tipo”.

- *Existen pocas herramientas de evaluación.* Un análisis de la literatura muestra que se cuenta todavía con pocas herramientas de evaluación socioeconómica pues, si bien existen numerosos desarrollos teóricos, sólo unos pocos han sido probados en la práctica y adaptados a los distintos casos (Osuna, Grávalos y Palacios, 2003).
- *Requisito de horizontalidad: integración en todos los instrumentos políticos.* Para que la evaluación sea efectiva debe ser horizontal, es decir, afectar simultáneamente a todos los instrumentos de la política de I+D e innovación. Así, por ejemplo, la evaluación de méritos académicos y de investigación tiene que ser consistente con la de proyectos de I+D+i. Si en los segundos se valoran aspectos transversales como la interdisciplinariedad o el impacto social, en los primeros debe también valorarse, o no habrá incentivo para que los investigadores desarrollen este tipo de proyectos.

**Figura 8. Integración horizontal y coherencia vertical entre niveles de evaluación**



Fuente: Elaboración propia

- *Requisito de verticalidad: coordinación entre los ámbitos regional, nacional y europeo.* Como ya se ha puesto de manifiesto, no es posible concebir las políticas tecnológicas regionales como elementos de intervención pública aislada. Menos aún en el caso de España, donde las nuevas políticas regionales de innovación deben integrarse con las nacionales -más antiguas- y en el que éstas avanzan hacia la integración con las de otros estados de la UE, en el marco de la creación del Espacio Europeo de Investigación.<sup>3</sup> Esta coordinación entre administraciones afecta también

<sup>3</sup> Así lo asume el Plan Nacional en uno de sus objetivos estratégicos (CICYT, 2003: 31), que propone: "Reforzar la cooperación entre la Administración General del Estado (AGE) y las Comunidades Autónomas (CCAA) y, en particular, mejorar la coordinación entre el PN de I+D+i y los planes de I+D+i de las CCAA". No obstante, a la luz del diagnóstico de COTEC (2004: 224-225), parece que se trata de un reto pendiente: "La ausencia de una sistemática coordinación entre las CCAA y la AGE está poniendo en peligro la eficacia de algunos programas de la AGE, especialmente los que se refieren a capital humano e infraestructuras".

a los mecanismos de evaluación, que, sin duda, deberán aprender a coordinarse. En este sentido, es de esperar que, como ha ocurrido en otros terrenos, sea la iniciativa europea la que actúe como palanca de cambio, arrastrando al nivel nacional y regional.

En la Figura 8 se muestran gráficamente los requisitos de horizontalidad y verticalidad que acabamos de describir.

#### 4.1.2. Barreras culturales

Las resistencias culturales desempeñan un papel tan importante como las estructurales a la hora de proponer cambios en los mecanismos de evaluación. Como puede observarse en la Tabla 1, se han identificado tres tipos de barreras culturales:

- *Baja cultura evaluadora.* En los países con baja cultura evaluadora -como es el caso de España- el aumento de la complejidad puede suponer un rechazo de los nuevos mecanismos de evaluación, tanto por parte de los gestores como de los directores de proyectos que se presentan a convocatorias públicas (Osuna, Grávalos y Palacios, 2003).
- *Dominio de la cultura clásica de evaluación.* Aunque la práctica de la evaluación ha evolucionado hacia la evaluación pluralista, la cultura de los evaluadores sigue estando más próxima a la evaluación clásica. Como muestra Díez (2002: 301), aun reconociendo la importancia de los métodos cualitativos, los evaluadores sienten la necesidad de cuantificar al máximo sus resultados, en parte como consecuencia de que en muchos de los países europeos la cultura de la evaluación pluralista aún es débil.
- *Barreras organizativas.* Se trata de barreras culturales de puertas adentro de la administración y de los centros de investigación. La evaluación socioeconómica no encaja con los sistemas habituales de remuneración y recompensa en los organismos públicos y en los centros de investigación, por lo que pueden colisionar con intereses y normas establecidas (Marcure, 2004).

193

#### 4.1.3. Barreras epistemológicas

Hasta el momento, las barreras epistemológicas que hemos identificado se resumen en una sola:

- *Vacío epistemológico.* No existe una clarificación conceptual de lo que se entiende por impacto social de la I+D+i. Si bien hay un consenso sobre el hecho de que el cambio tecnológico tiene un profundo impacto de transformación social, no lo hay sobre la forma en la que lo hace; por lo tanto, no disponemos de una taxonomía convencional de impactos sociales que podamos asociar a las actividades de I+D+i.

#### 4.1.4. Barreras metodológicas

Las dificultades metodológicas se derivan de la complejidad de desarrollar técnicas e indicadores para dar cuenta de una serie de impactos que son eminentemente cualitativos, intangibles e indirectos. Podemos clasificar estas barreras en seis categorías diferentes:

- *Incertidumbre*. En las evaluaciones de impacto social -con independencia de la actividad evaluada- existe una alta incertidumbre, dado el carácter intangible de las variables y la dificultad para predecir propia de las ciencias sociales.
- *Impactos indirectos y externalidades*. Los beneficios sociales derivados de una actuación de I+D+i no se corresponden habitualmente con el núcleo de sus objetivos, sino que aparecen como efectos indirectos -como resultado, por ejemplo, de externalidades positivas en el sistema de innovación.
- *El problema de la atribución (attribution) y la adicionalidad (additionality)*. Es difícil separar y desagregar los impactos que produce cada intervención sobre cada variable; es decir, asociar los cambios observados a las políticas que se están evaluando. Por una parte, los impactos se cruzan y, por otra, no disponemos de un escenario en el que no haya existido la intervención política para poder comparar y valorar el impacto asociado a la acción como la diferencia de ambos escenarios. Este problema es, en palabras de Georgiou (1998: 48), “uno de los centrales y de los que afecta al núcleo de la intervención política, al llegar a cuestionar si existe fundamento para dicha intervención”.
- *Peso muerto (deadweight)*. Los efectos de *deadweight* (peso muerto) son los que se hubieran producido, de igual forma, en ausencia del programa financiado por la administración, por lo que se corre el riesgo de valorarlos erróneamente como impactos derivados del programa (Mairate, 2003: 60).
- *Desplazamiento y sustitución*. Son dos términos estrechamente relacionados que describen la situación en la que los beneficios aportados por el programa, sobre un colectivo o territorio, se producen a costa de perjuicios sobre otros colectivos o territorios, de forma que el impacto global positivo es, realmente, menor que el que puede parecer en una primera valoración (Mairate, 2003: 60).
- *Retraso temporal (time lag)*. Como han destacado numerosos autores, hay efectos socioeconómicos de la investigación y la innovación que tardan meses, o incluso años, en hacerse visibles (Georgiou, 1998).

Para finalizar, la siguiente conclusión de Georgiou y Roessner puede resultar esclarecedora cuando se señala que

Los mayores beneficios [de la I+D] son de largo plazo y de carácter cualitativo, más que de corto plazo y de carácter cuantitativo, y muy difíciles de estimar en términos monetarios (...) el carácter eminentemente arriesgado de largo plazo del proceso de innovación dificulta obtener estimaciones de los beneficios económicos de la investigación. En los casos en los que se ofrecen estimaciones monetarizadas como resultado de evaluación, es preciso no perder de vista que subyace un modelo (hoy por hoy desconocido) de la innovación y la consecuente problemática de atribución de resultados. (Georgiou y Roesner, 2000: 675)

## 4.2. Principales facilitadores

El conjunto de facilitadores que pueden favorecer la integración de la EIS en las políticas de I+D+i, pueden concebirse como contrapeso de las barreras que hemos identificado en el epígrafe anterior. Aparecen sintetizados en la Tabla 3 y, de nuevo, es necesario recordar que muchos de ellos son compartidos por otros tipos de evaluación socioeconómica de la I+D+i.

### 4.2.1. Facilitadores estructurales

Entre los facilitadores estructurales encontramos dos, principalmente:

- *Valor añadido.* La evaluación, en caso de aprovecharse todo su potencial, aporta un mayor valor añadido a las actividades de I+D+i: un mayor impacto real de la política científica y tecnológica sobre la sociedad (Marcure, 2004).
- *Mayor integración.* La EIS aumenta la cercanía de los centros de investigación con la administración y los usuarios de la investigación. En suma, con todos los stakeholders en general, aunque también aumenta la demanda hacia éstos pues favorece las relaciones de responsabilidad mutua. Además, podemos suponer que la mayor cercanía entre el sistema de ciencia y tecnología y la sociedad mejora los resultados innovadores (European Commission, 2003c).

### 4.2.2. Facilitadores culturales

- *Presión positiva del entorno.* Las presiones de los factores condicionantes descritos en el apartado 2.1 de este artículo pueden actuar de forma favorable, si bien no es fácil aventurar en qué forma ni con cuánta intensidad.
- *Motivación.* La existencia de un mecanismo que haga visibles los impactos positivos de su trabajo podría, bien canalizado, aumentar la motivación de los investigadores. Igualmente, la existencia de un proceso más complejo de evaluación puede mejorar la información que el ejecutor recibe sobre sus propuestas -sean aprobadas o rechazadas- lo que compensa, en cierta medida, el rechazo derivado del riesgo de aumento de la burocracia.

#### 4.2.3. Facilitadores epistemológicos

- *Potencial heurístico*. La evaluación de las actividades de I+D+i no sólo no es un freno al desarrollo de éstas, sino que, por la naturaleza intrínsecamente creativa del trabajo de investigación e innovación, puede aportar una importante riqueza heurística a dicho trabajo (Perrin, 2002).

#### 4.2.4. Facilitadores metodológicos

- *Avance de las metodologías pluralistas*. El dominio de la cultura clásica de evaluación, al que se hacía referencia en páginas anteriores, se compensa con el hecho de que, en los últimos años, estamos asistiendo a un auge de las metodologías cualitativas y participativas. Si bien no siempre es fácil llevarlas a la práctica, su existencia es el primer requisito para una posible aplicación.

**Tabla 3. Resumen de los facilitadores para la evaluación de la I+D+i**

Categoría	Facilitador	Descripción
Estructurales	Valor añadido	Mayor impacto social de la I+D+i
	Mayor integración del sistema	Mejor conexión entre agentes y comprensión mutua de sus dificultades
Culturales	Presión positiva del entorno	Los condicionantes pueden impulsar la EIS
	Motivación de los investigadores	Conoce el impacto positivo de su trabajo puede recompensar a los investigadores
Epistemológicas	Potencial heurístico	Refuerza la creatividad intrínseca del trabajo investigador
Metodológicas	Avance de las metodologías pluralistas	Las nuevas filosofías de evaluación van impregnando poco a poco la práctica

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar, cabe adelantar un nuevo concepto que debe incluirse en esta dialéctica entre barreras y facilitadores: el de recompensa (*reward*). Es preciso no olvidar que la viabilidad de una propuesta como la de integración de la EIS se apoya, en gran medida, en una correcta gestión de las pérdidas y ganancias de los distintos actores derivadas del nuevo sistema. Las resistencias que alguno de los agentes involucrados en la evaluación -el organismo gestor, el organismo ejecutor, los evaluadores externos- pueden presentar, ante la necesidad de funcionar con los nuevos mecanismos, se deriva, en gran medida, de que perciban que éstos no les acarrearán ninguna ganancia, sino nuevos problemas o simplemente más trabajo. Es

preciso, por tanto, diseñar la estrategia de evaluación incorporando las recompensas que cada uno de los actores debe recibir con la implantación del nuevo sistema de evaluación.

## Conclusiones

El presente artículo resume los primeros resultados de un trabajo de investigación encaminado al diseño de una metodología de integración de la Evaluación de Impacto Social en las políticas de I+D+i. Entre las principales conclusiones que pueden extraerse, destacamos las siguientes:

- Partiendo de un marco interpretativo que atribuye a estas políticas nuevos retos socioeconómicos -expresados a menudo en su formulación como objetivos sociales concretos, pero difíciles de evaluar- se han identificado cinco condicionantes que influyen en su desarrollo y estrategias de evaluación: la nueva imagen de la ciencia y la tecnología en el pensamiento sociológico y económico; la omnipresencia de la innovación como prioridad política; el auge de la competitividad como paradigma económico y organizativo; la importancia de la sociedad en su conjunto como parte interesada en el proceso y en los avances tecnológicos; y, por último, el desarrollo sostenible como visión integradora. Sin duda, estos condicionantes no agotan el marco conceptual explicativo del *dilema del decisor político*, pero recogen buena parte de los elementos a contemplar en el avance hacia una EIS efectiva.
- El artículo presenta un escenario metodológico que permite apuntar una estrategia concreta dentro de las múltiples alternativas de evaluación existentes. Partiendo del objetivo de la integración de la EIS en las políticas regionales de I+D+i, se opta por evaluar dos instrumentos concretos -la financiación de proyectos de I+D+i del sector público y del privado- y se definen unos criterios, momentos y funciones de evaluación. La EIS se orienta así a la evaluación *ex ante* para la selección de proyectos presentados a convocatorias públicas de financiación, guiada por un criterio de eficacia y una función de apoyo a la toma de decisiones -si bien se asume la posibilidad de expandir su aplicación en evaluaciones *ex post*.
- Aunque esta definición metodológica de la EIS arroja luz sobre el problema planteado, el camino a seguir hasta una implementación exitosa es largo y complejo. En un intento por sistematizar las principales dificultades que pueden encontrarse en el proceso, se han identificado una serie de barreras, que será necesario sortear, y facilitadores que actuarán como contrapeso favorable a la integración de la EIS. Algunos de ellos son comunes a la evaluación socioeconómica en general, mientras otros surgen exclusivamente en este ámbito por la especificidad del impacto social, la limitación de los instrumentos elegidos o el enfoque regional adoptado. De forma todavía tentativa, proponemos una taxonomía de barreras y facilitadores que permite agruparlos en cuatro categorías diferenciadas: estructurales, culturales, epistemológicos y metodológicos. Con ello, se pretende caracterizar lo mejor posible los obstáculos a superar, priorizar los que sean determinantes y encontrar vías para su superación.

## Bibliografía

ARCHIBUGI, D. y PIETROBELLI C. (2003): "The Globalisation of Technology and its Implications for Developing Countries. Windows of Opportunity or Further Burden?" *Technology Forecasting & Social Change*, 70.

BODEN, M. y STERN, E. (2002): "User Perspectives", en G. Fahrenkrog et al. (eds.), *RTD Evaluation Toolbox. Assessing the Socio-Economic Impact of RTD-Policies*, Seville, European Commission-Joint Research Centre, IPTS, pp. 1-14.

CARACOSTAS, P. y MUL DUR, U. (1998): *Society, the Endless Frontier*, Luxemburgo, Office for Official publications of the European Commission.

CICYT (2003): *Plan nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007. Volumen I: Objetivos y estructura*, Madrid.

COMISIÓN EUROPEA(2000): *Ciencia, sociedad y ciudadanos en Europa*, Bruselas.

\_\_\_\_\_ (2002): *Plan de Acción Ciencia y Sociedad*, Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

COTEC (2004): *El sistema español de innovación. Situación en 2004*, Madrid, COTEC.

DÍEZ, M. A. (2002): "Evaluating New Regional Policies. Reviewing the Theory and Practice", *Evaluation*, 8, 3, pp. 285-305.

DOSI, G. (1982): "Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of determinants and directions of technological change", *Research Policy*, 11, pp. 147-162.

EUROPEAN COMMISSION (2003a): *The overall socio-economic dimension of community research in the fifth European framework programme*, Luxemburgo, Office of Official Publications of the European Commission.

\_\_\_\_\_ (2003b): *Raising EU R&D Intensity. Improving the Effectiveness of Public Support Research and Development*, Luxemburgo, Office of Official Publications of the European Commission.

\_\_\_\_\_ (2003c): *2003 European innovation Scoreboard: Technical Paper No 5. National Innovation Systems Indicators*, Enterprise DG, disponible en <http://www.cordis.lu/trendchart>

FAHRENKROG, G. et al. [eds.] (2002): *RTD Evaluation Toolbox. Assessing the Socio-Economic Impact of RTD-Policies*, Seville, European Commission-Joint Research Centre, IPTS.

FAHZENKROG, G., TÜBKE, A., POLT, W. y ROJO, J. (2002): "Avenues for RTD-Evaluation in the future policy context", en G. Fahrenkrog et al. (eds.), *RTD Evaluation Toolbox. Assessing the Socio- Economic Impact of RTD-Policies*, Seville, European Commission-Joint Research Centre, IPTS, pp. 210-217.

FERNÁNDEZ, F., HAESEN, G., y VENCHIARUTTI, J-C. (2002): "From collaborative initiatives to holistic innovation". *High Level Task Force on Valuation and capitalization of Intellectual Assets (First Meeting)*, United Nations Economic Commission for Europe.

FREDERIKSEN, L.F., HANSSON, F. y WENNEBERG, S.B (2003): "The Agora and the Role of Research Evaluation", *Evaluation*, 9, 2, pp. 149-172

FREEMAN, C. (1987): *Technology policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres, Pinter.

GEORGHIU, L. (1998): "Issues in the Evaluation of Innovation and Technology Policy", *Evaluation*, 4, 1, pp. 37-52.

\_\_\_\_\_ (2001): "The impact and Utility of Evaluation", *Conference on International best practices in evaluation of research in public institutes and universities*, Bruselas, 16.10.01.

\_\_\_\_\_ y ROESSNER, D. (2000): "Evaluating technology programmes: tools and methods", *Research Policy*, 29, pp. 657-678.

199

GIBBONS et al. (1994): *The new production of knowledge*, Londres, Sage.

KEMP, R., SCHOT, J. y HOOGMA, R. (1998): "Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management", *Technology Analysis & Strategic Management*, Junio, 10.2, pp. 175-195.

KUHLMANN, S. (2002): "Distributed Techno-Economic Intelligence for Policymaking", en G. Fahrenkrog et al. (eds.), *RTD Evaluation Toolbox. Assessing the Socio-Economic Impact of RTD-Policies*, Seville, European Commission-Joint Research Centre, IPTS, pp. 210-217.

KUHLMANN, S. et al. (1999): "Improving Distributed intelligence in Complex Innovation Systems. Final Report of the Advanced Science and Technology Policy Planning Network, ASTPP", A Thematic Network of the European Targeted Socio-Economic Research. Programme TSER: Report to Commission of the European Communities Contract No. SOE1-CT96-1013.

MAIRATE, A. (2003): "La evaluación de los fondos estructurales: aspectos metodológicos y teóricos", en Ogando y Miranda, *Evaluación de programas e iniciativas europeas: experiencias, nuevas orientaciones y buenas prácticas*, Valladolid, Instituto de Estudios Europeos de la Universidad de Valladolid.

MARCURE, J. (2004): "Towards sustainable innovation: New directions in RTO marketing", *TII Focus - Newsletter of the T.I.I. Network of Technology Transfer Professionals*, pp. 6-9.

MIRANDA ESCOLAR, B. (2003): "Evaluación del programa operativo Regional FEOGA-Orientación de Castilla y León (1994-1999): Metodología y principales resultados", en Ogando y Miranda, *Evaluación de programas e iniciativas europeas: experiencias, nuevas orientaciones y buenas prácticas*, Valladolid, Instituto de Estudios Europeos de la Universidad de Valladolid.

MOÑUX, D., ALEIXANDRE, G., GÓMEZ, F.J. y MIGUEL, L.J. (2003): *Evaluación de impacto social de proyectos de I+D+I. Guía práctica para centros tecnológicos*, Valladolid, CARTIF - Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Valladolid.

OECD (1992): *Technology and the Economy, The key relationships*, París.

OSUNA, J.L., GRÁVALOS, E. y PALACIOS, C. (2003): *Modelos de protocolos para la evaluación de actividades de I+D e innovación*, Madrid, FECYT.

PAVITT, K. (1984): "Sectoral Patterns of Technology Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, 13, 6, pp. 343-373.

200 PERRIN, B. (2002): "How to -and How Not To- Evaluate Innovation", *Evaluation*, 8, 1, pp. 13-28.

POLT, W. y ROJO, J. (2002): "Evaluation methodologies - Introduction", en G. Fahrenkrog et al. (eds.), *RTD Evaluation Toolbox. Assessing the Socio-Economic Impact of RTD-Policies*, Seville, European Commission-Joint Research Centre, IPTS, pp. 65-70.

PORTER, M.A (1990): *The Competitive Advantage of Nations*, The Free Press.

QUINTANILLA, M. A. y BRAVO, A. (1997): *Cultura tecnológica e innovación. Primera parte: el concepto de cultura tecnológica*, Informe para la fundación COTEC.

RIP, A. (2003): "Societal Challenges for R&D Evaluation", en P. Shapira y S. Kuhlmann (eds.), *Learning from Science and Technology Policy Evaluation. Experiences from the United States and Europe*, Cheltenham-Northampton, Edward Elgar, pp. 32-53.

RIP, A. y KEMP, R. (1998): "Technological Change", en S. Rayner y L. Malone (eds.), *Human Choice and Climate Change. Volume II Resources and Technology*, Washington D.C., Batelle Press, pp. 327-399.

VÁZQUEZ BARQUERO (1999): *Desarrollo, innovación y redes: lecciones de desarrollo endógeno*, Madrid, Pirámide.

FORO 



## **Indicadores de ciencia y tecnología para el desarrollo social**

### **Conclusiones del Sexto Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericano e Interamericano**

El tránsito hacia la sociedad de la información implica que la ciencia y la tecnología sean puestas al servicio del bienestar de los ciudadanos. Este desafío requiere políticas cuya definición esté apoyada en indicadores adecuados.

La situación de crisis social que suelen atravesar los países latinoamericanos y caribeños ha estimulado una preocupación, presente desde larga data, sobre la necesidad de poner la ciencia y la tecnología al servicio del desarrollo económico y social. En tal sentido, ha crecido la conciencia sobre los múltiples factores que inciden en la toma de decisiones sobre política científica, tecnológica y de innovación. Tales factores deben ser tenidos en cuenta en el momento de optar y fijar objetivos, con el propósito de lograr que el conocimiento se convierta efectivamente en un instrumento al servicio del desarrollo social. Es por ello que los procesos decisorios que atañen a la ciencia y la tecnología reclaman una base amplia de información cuantitativa y cualitativa acerca de los recursos disponibles, los resultados alcanzados, las tendencias y los escenarios futuros. En otras palabras, se ha ganado conciencia acerca de que es imprescindible contar con mejor información para desarrollar mejores políticas.

203

Varios de estos aspectos se conjugaron desde mediados de la década de los noventa en la preocupación de la mayor parte de los gobiernos de América Latina y el Caribe por contar con renovadas y más firmes políticas de ciencia, tecnología e innovación, luego del declive que éstas experimentaron en los ochenta. Atendiendo a tales preocupaciones, los indicadores volvieron a ser considerados como una herramienta fundamental para la evaluación y la planificación de las políticas en este campo. A partir de esta revalorización de los indicadores de ciencia y tecnología fue posible iniciar el proceso hacia la creación y posterior consolidación de un espacio permanente de construcción de estadísticas en ciencia y tecnología, proceso que tuvo uno de sus momentos destacados en noviembre de 1994, con el Primer Taller Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Un año después, y como resultado de las recomendaciones formuladas por los participantes del encuentro, el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) creaba la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), con la intención de dar respuesta a los nuevos requerimientos de información. Desde 1996, la Organización de Estados Americanos también se sumó a este cometido, encargando a la RICYT la ejecución de su programa regional de indicadores de ciencia y tecnología.

Entre el 15 y el 17 de septiembre de 2004 se llevó a cabo en Buenos Aires un nuevo encuentro de aquella serie iniciada en 1994: el Sexto Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericano e Interamericano- que reunió a más de trescientos participantes provenientes de la gran mayoría de los países de América Latina y el Caribe, España, Portugal, Estados Unidos, Canadá, Rusia y Sudáfrica. El taller contó, asimismo, con la presencia de representantes de organismos internacionales especializados en la producción de indicadores, como el Instituto de Estadísticas de la UNESCO, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y Eurostat. Los grandes ejes abordados en el taller fueron definidos en función de la agenda de indicadores para los países de América Latina y el Caribe, y facilitaron así la discusión tanto de los temas ya legitimados en el campo de la medición de la ciencia y la tecnología, como los nuevos temas emergentes, en áreas que están siendo incorporadas en la agenda de las mediciones científicas, tecnológicas y de innovación. Sobre ese trasfondo se buscó generar espacios compartidos de pensamiento acerca de las orientaciones que podrían tomar las políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe como medio para fortalecer el desarrollo social y económico de estos países.

204

De esta manera, los países de la región han hecho un esfuerzo por desarrollar soluciones adecuadas a sus propias inquietudes en lo que hace a la producción, difusión y aplicación del conocimiento en los contextos de su propia sociedad y su actividad económica. Los diversos encuentros llevados a cabo por la RICYT han servido para articular los esfuerzos y permitir que los participantes de cada país avancen hacia el diseño de instrumentos para la conceptualización y medición de los aspectos específicos que adquiere el proceso de generación y difusión del conocimiento en cada país de la región. Por este camino, los países cuentan actualmente con una serie de varios años en los principales indicadores de actividad científica y tecnológica. Algunos países, además, disponen de información comparable sobre procesos de innovación y bibliometría. En menor medida, también sobre percepción pública de la ciencia e impacto social del conocimiento.

A continuación se reproduce la declaración que los participantes del Sexto Taller suscribieron al finalizar el encuentro. La declaración marca la agenda de construcción de indicadores de ciencia y tecnología en los países de la región, y define las preocupaciones a futuro en esta área. Es, asimismo, una pauta orientadora para quienes trabajan en este campo. La intención de la declaración es, como desde la creación de la RICYT, brindar elementos que contribuyan a diseñar mejores políticas de ciencia, tecnología e innovación. La convicción, renovada una vez más en el Sexto Taller, es que estas políticas pueden cooperar de manera relevante al desarrollo económico y social de los países de América Latina y el Caribe.

## **Sexto Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericano e Interamericano**

Buenos Aires, 15, 16 y 17 de septiembre de 2004

### **Declaración final**

El conocimiento científico y tecnológico se ha convertido en uno de los principales motores del desarrollo social y económico a escala mundial. Los países más avanzados del mundo destinan anualmente enormes recursos y esfuerzos para apoyar la investigación y el desarrollo experimental y estimular la innovación, como fuente de generación de avances en materia de salud, biotecnología, agricultura, nuevos materiales, nanotecnologías, nuevas tecnologías de la información, productos y servicios, educación y en general todos aquellos avances que contribuyan al bienestar social.

En consecuencia, la toma de decisiones en materia de política científica, tecnológica y de innovación ha ido adquiriendo una creciente complejidad, debido a los múltiples factores que intervienen en ella, entre los que se conjuga la importancia estratégica del conocimiento como recurso social, la movilidad de su frontera y la magnitud cada vez mayor de los recursos requeridos para su creación y aplicación.

205

Debido a ello, los procesos decisorios requieren, cada día más, abundante información cuantitativa y cualitativa acerca de los recursos disponibles, los resultados alcanzados, las tendencias y los escenarios futuros. La necesidad de contar con información estadística, indicadores y modelos interpretativos para conocer e interpretar lo que ocurre con el sistema científico y tecnológico resulta de vital importancia dado que, por lo limitado de los recursos disponibles, las decisiones en el ámbito de la política científica deben estar basadas en información confiable.

En los países de América Latina y el Caribe, tanto los gobiernos como los principales actores privados están reconociendo en forma creciente la importancia de la ciencia para el desarrollo social y económico. Esta situación, vinculada íntimamente con los procesos de globalización, ha impulsado a la mayor parte de los gobiernos a relanzar activas políticas de ciencia, tecnología e innovación que, en términos generales, habían sido descuidadas en los años del desaliento de la década de los ochenta.

Hoy existe en América Latina y el Caribe un amplio consenso acerca de la importancia de contar con información confiable y actualizada sobre ciencia, tecnología e innovación. Así lo reclama la complejidad del momento presente de la ciencia y la tecnología en los países de la región, caracterizado por la necesidad de encontrar nuevos senderos que conduzcan hacia un proceso de desarrollo

económico y social sostenible y equitativo. Para ello se deben movilizar las capacidades científicas y tecnológicas endógenas.

En noviembre de 1994 los participantes del Primer Taller Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología dieron cuenta de la necesidad de dar respuesta a esos nuevos desafíos. Hoy los indicadores de ciencia, tecnología e innovación, como herramientas indispensables para la evaluación de los impactos y la definición de políticas, ocupan un lugar en la agenda de la política científica y tecnológica de los países de América Latina y el Caribe.

Como se ha puesto de manifiesto en el Sexto Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericano e Interamericano- la producción de indicadores de ciencia, tecnología e innovación confiables está alcanzando un nivel satisfactorio en la mayor parte de los países de América Latina y el Caribe. Ello debe ser visto como resultado de una evolución que ha sido sostenida desde mediados de los años noventa, como parte de un proceso más amplio de formulación de políticas activas destinadas a dar respuesta al desafío del conocimiento.

Aunque en algunos países de menor desarrollo relativo recién se están iniciando los esfuerzos tendientes a la producción sostenida de indicadores, en muchos de ellos ya se han alcanzado importantes logros en el relevamiento de información estadística en ciencia y tecnología. En términos generales, los países de América Latina y el Caribe cuentan actualmente con series de varios años en los principales indicadores de actividad científica y tecnológica. Son varios los países que disponen de información confiable y comparable acerca de los procesos de innovación, de percepción pública de la ciencia y la tecnología, de bibliometría y de impacto social del conocimiento.

Además de la producción de indicadores confiables y acordes con los patrones internacionales para el tratamiento de la información en esta materia, los países de la región han demostrado tener la capacidad de reflexionar creativamente acerca de los procesos de producción, difusión y aplicación de los conocimientos en los contextos de su propia sociedad y actividad económica. Actualmente, este proceso se encuentra en una etapa avanzada.

Merece reconocimiento la contribución realizada a este proceso por la Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) a partir su creación, en abril de 1995, como un emprendimiento colectivo destinado a impulsar y facilitar la producción de los datos necesarios. El enfoque de su trabajo permitió articular el esfuerzo de los países de la región para contar con un conjunto de indicadores de ciencia, tecnología e innovación que cumplan la doble condición de estar consensuados regionalmente y de ajustarse a normativas comparables con las de los países con mayor tradición en la materia. La realización de estudios específicos de modo de conocer las particularidades de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en la región, la capacitación de expertos y la conformación de equipos idóneos para desarrollar dichas tareas han sido algunas de las contribuciones más significativas de la red.

La RICYT es, además, un espacio de convergencia inédita de organismos de cooperación internacional, que permitió a los países de la región desarrollar acciones acordes con sus intereses. Creada en 1995 por el Programa CYTED, y a cargo desde 1996 del Programa Interamericano de Indicadores de la OEA, la RICYT sumó luego el apoyo de UNESCO y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, además de otras entidades. Los participantes del Taller consideran necesario enfatizar que la sinergia entre organismos internacionales y los actores públicos y privados de los países de la región reporta grandes beneficios para el desarrollo de actividades en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

La implementación innovadora de políticas de ciencia y tecnología requiere también de un marco de cooperación extrarregional, que involucre organizaciones internacionales y permita recoger experiencias de otros países y regiones. Ello hará factible disponer de indicadores comparables internacionalmente adecuados para evaluar los avances de la región en el contexto de la sociedad del conocimiento a escala mundial.

### **Ciencia, tecnología y sociedad en América Latina y el Caribe**

En la actualidad, la región atraviesa una serie de problemas estructurales que limitan su capacidad productiva y profundizan la segmentación social. Las instancias de decisión política deben reconocer las amplias posibilidades que brindan la ciencia y la tecnología para contribuir a las soluciones de las dificultades que aquejan el bienestar de las sociedades de América Latina y el Caribe. En efecto, frente a problemas tales como la pobreza, la exclusión social, el escaso desarrollo industrial y el bajo valor agregado de su producción, el desarrollo de los sistemas nacionales de innovación, el fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica y el fomento a la integración de las comunidades científicas locales con las corrientes de punta a escala internacional, mediante la aplicación de políticas firmes y sostenidas en el tiempo, contribuirá a desarrollar algunas de las soluciones que la región reclama.

207

En este sentido, para que el desarrollo científico y tecnológico pueda ser orientado a brindar una contribución adecuada a satisfacer las necesidades sociales, quienes toman decisiones en esta materia deben contar con información fluida y actualizada, al mismo tiempo que adecuada a las características propias de los sistemas regionales. La intención de tomar a la ciencia y la tecnología como herramientas para el cambio social no basta; es condición necesaria, asimismo, disponer de información que respalde la toma de decisiones. Tal es la importancia de los indicadores de ciencia y tecnología.

Los participantes del Taller manifiestan que la voluntad de poner la ciencia, la tecnología y la innovación al servicio del desarrollo social debe basarse en una amplia disponibilidad de información sobre la situación del área y sus tendencias futuras. Solamente tal conocimiento del ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación, tomando en cuenta, a la vez, las especificidades de los países de

América Latina y el Caribe, podrá redundar en políticas coherentes y con capacidad de ser sostenidas en el tiempo. La empresa de brindar información y construir indicadores en esta área deberá, simultáneamente, estar acompañada por la sólida voluntad de los organismos centrales de política y planificación de institucionalizar y apoyar a los organismos encargados de llevar adelante estas actividades. En el escenario de la cooperación regional, esto implica la necesaria continuidad y consolidación institucional de la RICYT.

Actualmente, la RICYT busca establecer un punto de inflexión en sus estrategias de cara al futuro, a partir de la conformación de subredes regionales y subredes temáticas, como modo de dar respuesta a la necesidad de especialización en el desarrollo de nuevos indicadores y exploración de modelos interpretativos y relacionales para atender a la peculiaridad de cada subregión dentro del contexto más amplio de América Latina y el Caribe o Iberoamérica. La pluralidad implícita en este cambio habrá de enriquecer la esencia integradora o de cohesión propia de la RICYT.

### **Considerandos y recomendaciones del Taller**

Los participantes del Sexto Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología consideran que:

208

- la ciencia constituye uno de los principales motores del desarrollo social y económico,
- las actividades científicas, tecnológicas y de innovación poseen un alto potencial para contribuir a la solución de los problemas que aquejan a América Latina y el Caribe,
- la ciencia latinoamericana cuenta con profesionales e instituciones capaces de dar respuesta a los desafíos que se plantean en la región,
- las políticas científicas decididas y estables permiten impulsar la ciencia hacia el camino de la transformación social positiva,
- la toma de decisiones en política científica requiere necesariamente de información actualizada sobre los diversos aspectos del sistema científico y tecnológico,
- la dinámica de los procesos de desarrollo de la ciencia se da actualmente a nivel regional más que en países aislados, a través de la construcción de redes y la interacción de instituciones y personal científico,
- es importante que la información esté normalizada internacionalmente y que esté disponible para la mayor cantidad de países posible dentro de la región.

Por ello, recomiendan dar los pasos necesarios para:

- expandir la cooperación internacional y regional en materia de ciencia, tecnología e innovación,
- consolidar las actividades de producción de información e indicadores que den cuenta de las particularidades de los procesos científicos, tecnológicos y de

innovación en la región,

- en el caso de que no existan, establecer en los organismos de gobierno unidades específicas dedicadas a estas actividades, y apoyar y asegurar su funcionamiento en el caso de que sí las haya,
- fomentar la integración de las instancias productoras de información científica y tecnológica con otras instancias productoras de información de los gobiernos nacionales y de organismos internacionales,
- propiciar la creación de espacios de reflexión y discusión acerca de las necesidades regionales en materia de información científica y tecnológica,
- apoyar el proyecto de subredes regionales puesto en marcha por la RICYT, con el objetivo de abordar las problemáticas que presenta la construcción de indicadores desde una perspectiva más acotada a las especificidades de cada subregión,
- fomentar, asimismo, las subredes temáticas impulsadas por la RICYT, con el fin de concentrar esfuerzos en las peculiaridades de cada uno de los tipos de indicadores que se requieren en la región y para avanzar en modelos relacionales e interpretativos de la realidad de la región y de los países que la conforman.

### **Recomendaciones temáticas**

Crear una base firme de información sobre la cual establecer políticas que contribuyan a la transformación social positiva de los países de América Latina y el Caribe requiere que sean tomadas en cuenta las consideraciones y recomendaciones temáticas surgidas de los grupos de trabajo del Sexto Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología.

209

### **Indicadores de recursos humanos en ciencia y tecnología**

Considerando que:

- la magnitud y composición de los stocks y flujos de recursos humanos en ciencia y tecnología (RHCT) aparece cada vez más como un factor crítico en la transición a las economías basadas en el conocimiento, en la adquisición o el mantenimiento de niveles de competitividad de las economías nacionales y en el desarrollo de una sociedad equitativa,
- la presencia de recursos humanos capacitados en distintas áreas de la producción, uso y difusión de los conocimientos constituye un factor central, con incidencia directa, para las posibilidades de desarrollo de una sociedad,
- la importancia del tema ha sido reconocida por distintos organismos nacionales e internacionales -sobre todo la OCDE- que han avanzado en el establecimiento de pautas comunes para la construcción de indicadores,
- a escala regional, la RICYT cumple una función relevante en la estandarización metodológica, en el relevamiento y la sistematización de información y en el fortalecimiento de las capacidades nacionales de elaboración de indicadores en esta materia,

- en los próximos años, es muy probable que las distintas dimensiones relativas a los recursos humanos altamente calificados cobren mayor visibilidad y relevancia, en buena medida por razones de orden global. Si la Unión Europea concreta los ambiciosos propósitos enunciados en las cumbres de Lisboa y de Barcelona, una de las consecuencias inmediatas será una mayor presión sobre los recursos humanos altamente capacitados de otras regiones, entre ellas de América Latina y el Caribe, hecho que puede redundar tanto en amenazas como en oportunidades para la región. En efecto, esto puede contribuir a frustrar los proyectos de los países de la región por alcanzar mayores niveles de desarrollo económico y social a través del fomento a la innovación debido a la migración de científicos y tecnólogos pero, por otro lado, podría contribuir a generar redes científico-tecnológicas entre la UE y los países de América Latina y el Caribe,
- dentro de cada país, es probable que los gobiernos y las sociedades intensifiquen sus esfuerzos en la formación de recursos humanos altamente capacitados, estimulados por los ejemplos de otras regiones del planeta y por las demandas planteadas por los sectores productivos modernos, por la administración y por las instituciones de educación superior,
- este conjunto de procesos requiere un conocimiento más preciso y detallado de las principales dimensiones relativas a los recursos humanos altamente calificados, en materia de educación y de formación, de ocupación y de movilidad interna e internacional. Particular interés merecen algunos segmentos específicos de los recursos humanos altamente calificados, ligados más directamente con las capacidades de innovación.

210

Se recomienda:

- mejorar la calidad y cobertura, tanto espacial como temporal, de los indicadores de RHCT, incorporando fuentes de información insuficientemente explotadas, como los censos de población, en los casos en que la información que se puede obtener a través de ellos sea lo suficientemente detallada como para brindar datos valiosos para el análisis de los recursos humanos abocados a las tareas de ciencia, tecnología e innovación,
- desarrollar indicadores de movilidad y migración internacionales de RHCT, procurando evaluar su impacto sobre la disponibilidad de personal altamente capacitado en los distintos países,
- incorporar la dimensión de género en los distintos indicadores,
- realizar estudios específicos sobre aspectos relativos a la ocupación y a las trayectorias profesionales de los investigadores y su relación con las transformaciones técnicas y productivas en los distintos países de la región y sobre tendencias en la matrícula universitaria en ciencias e ingeniería, y avanzar en el desarrollo de indicadores relacionales que den cuenta de la interacción entre el capital humano, el capital intelectual y el capital social en el contexto del capital de conocimiento que caracteriza hoy las sociedades modernas,
- instar a los gobiernos de los países que participan en la RICYT a que apoyen programas de investigación y relevamientos de información que contribuyan a conocer mejor y a valorizar su capital humano y social.

## Indicadores de impacto social de la ciencia y la tecnología

Considerando que:

- existen problemas que afectan la calidad de vida de población mundial que aún no han sido abordados o no han tenido una respuesta efectiva por parte de la comunidad científica internacional, tales como aquellos que afectan a la salud humana, al hábitat y el medio ambiente, a la identidad y diversidad cultural, a la situación de grupos sociales vulnerables en general y a la defensa de derechos humanos universales,
- las temáticas que orientan la investigación científica de los países de menor desarrollo a la vez que deben estar vinculadas a redes internacionales de conocimiento, deben involucrar el relacionamiento de sus actividades científicas y tecnológicas con los problemas sociales y ambientales locales que hasta ahora han tenido menor relevancia dentro de la corriente principal de la ciencia mundial,
- la cuestión del desarrollo social y el desarrollo humano debe tener una mayor recepción en los discursos y las prácticas de analistas y gestores de la ciencia y la tecnología al mismo nivel e importancia que ha tenido la preocupación por el avance de la frontera del conocimiento y el desarrollo económico.
- en los últimos años ha cobrado fuerza la apelación a un “nuevo contrato” entre ciencia y sociedad, como modo de construir un compromiso explícito entre el sistema científico y tecnológico y las demandas sociales,
- es necesario conocer las formas de incidencia del conocimiento científico y tecnológico en las prácticas, actores e instituciones que se vinculan directamente con la atención y resolución de problemas sociales y los impactos positivos o negativos que generan la difusión, circulación y uso de los nuevos conocimientos,
- aunque existen diversos formatos, modelos e indicadores de medición del impacto social de las actividades científicas y tecnológicas en distintos países y ámbitos académicos, aún no se dispone de una metodología normativa que conduzca a la construcción de indicadores estandarizados difundida y aceptada a nivel mundial o regional,
- existen experiencias recientes de reflexión y estudios piloto que reflejan el interés creciente en definir un área de discusión metodológica y de intervención política que institucionalice el compromiso efectivo entre la ciencia, la tecnología y los problemas sociales.

211

Se recomienda:

- profundizar la labor de desarrollo conceptual y metodológico para la medición de impacto social de la ciencia y la tecnología, procurando recuperar y sistematizar esfuerzos y logros individuales e institucionales que existen en la región en torno a este objetivo, tales como los registrados por la RICYT,
- proponer y llevar a cabo acciones de articulación del trabajo de expertos y organismos de la región en materia de realización de estudios de impacto,
- apoyar la realización de estudios de impacto de la ciencia y la tecnología en la región que aborden los efectos de estas actividades sobre problemáticas de relevancia en las agendas sociales,

- promover la discusión regional e internacional sobre la adecuación y pertinencia de las nomenclaturas utilizadas en la producción de estadísticas para identificar la vinculación de los recursos y resultados científicos y tecnológicos con temáticas sociales y, en particular, discutir la actualidad de sistema de uso corriente “campo de aplicación” y sus valores en relación con las problemáticas de relevancia social que existen en la región.

## Indicadores de innovación

Considerando que:

- la gestión del conocimiento, esto es, la manera en que se encara la generación, difusión, apropiación y uso de nuevos conocimientos en las organizaciones, se está convirtiendo crecientemente en el eje de la actividad económica,
- el avance hacia la llamada “economía del conocimiento” permitiría una mayor presencia de bienes técnicamente más complejos en las pautas de producción y comercio, un mejor aprovechamiento y conservación de los recursos naturales y una mayor calificación de los recursos humanos involucrados en las actividades productivas,
- la innovación proporciona ventajas competitivas genuinas, sustentables y acumulativas, que a la vez favorecen la generación de “derrames” positivos al resto de la economía, un mayor crecimiento de la productividad, mayores tasas de crecimiento y una mayor generación de empleo de mayor nivel de calificación, lo que se traducirá en salarios promedio más altos,
- es importante y necesario medir y analizar los procesos de innovación, sobre todo en los países de menor desarrollo relativo, como medio para obtener criterios y elementos de juicio útiles para la toma de decisiones en materia de políticas públicas y de estrategias empresarias vinculadas al cambio tecnológico y organizacional,
- la medición y el análisis de los procesos de innovación requiere de la construcción de indicadores confiables y comparables regional e internacionalmente,
- la RICYT trabaja en este sentido, por lo cual apoyó y estimuló la elaboración del Manual de Bogotá (2000), con la intención de favorecer la realización de encuestas de innovación y la normalización de los indicadores resultantes. Actualmente y en base a las experiencias obtenidas de las encuestas de innovación llevadas a cabo en varios países de la región, el Manual de Bogotá se encuentra en revisión.
- la subred de innovación que actúa en el marco de la RICYT tiene entre sus objetivos centrales impulsar el trabajo en red de especialistas de la región directamente vinculados con el diseño y ejecución de las encuestas de innovación realizadas en los últimos años en América Latina, con miras a actualizar, complementar y profundizar las recomendaciones del Manual de Bogotá,
- la RICYT coopera activamente con la OCDE, la NESTI y UNESCO en la revisión del Manual de Oslo actualmente en curso, que será formalmente presentada en junio de 2005 en el marco de la reunión anual de la NESTI.

Se recomienda:

- considerar prioritaria la realización periódica de encuestas de innovación en todos los países de la región. Esto encierra tanto un llamado a los gobiernos nacionales para que se asignen a estos ejercicios los recursos necesarios para llevarlos a cabo, así como a las organizaciones multilaterales de asistencia, cuyo apoyo al respecto puede ser y ha sido, en muchos casos, decisivo,
- conformar equipos estables y específicos dedicados a estas tareas en el seno de los organismos e instituciones involucrados en cada país en la realización de encuestas de innovación,
- que los productores de información tengan en cuenta y aprovechen los esfuerzos de la RICYT por disponer de criterios y recomendaciones metodológicas (como las contenidas en el Manual de Bogotá) para la normalización de los indicadores a construir. Aún en los casos en que se pretenda, con toda legitimidad, captar especificidades locales y/o nacionales, no deben descuidarse los recaudos para que los indicadores a producir sean homogéneos con los producidos internacional y regionalmente ya que la primera condición de utilidad de un indicador es su comparabilidad.

## **Indicadores de la sociedad de la información**

Considerando que:

- la reciente revolución en el campo de las tecnologías de la información y las comunicaciones ha abierto un proceso de profundos cambios políticos, culturales y económicos, conducente hacia la llamada “sociedad de la información”, que ha despertado un gran interés en los círculos políticos, periodísticos, empresariales y académicos,
- este proceso ha despertado la necesidad de contar con información fidedigna. Sin embargo hasta el momento no se cuenta con un conjunto coherente de información estadística que aborde específicamente los aspectos clave de este fenómeno social y tecnológico, no sólo para comprender y monitorear su desarrollo, sino para contar con una herramienta que permita orientar el accionar público y privado a fin de aprovechar las oportunidades y mitigar los riesgos que una transformación de estas características encierra,
- es necesario desarrollar un sistema de indicadores de la sociedad de la información en América Latina, que se constituya en una potente herramienta analítica para mejorar la formulación y ejecución de políticas públicas, la toma de decisiones en materia de inversiones, el aliento a la participación ciudadana y la posibilidad de establecer una agenda de investigación y cooperación en los temas que el devenir de este proceso muestre como más relevantes,
- el abordaje de la temática requiere integrar cuestiones metodológicas (qué medir y cómo medirlo) e institucionales (quién lo mide y con qué lo mide), como condición indispensable para asegurar la viabilidad y sustentabilidad del sistema a desarrollar. Consecuentemente, el sistema de indicadores debe construirse en

base a un esquema modular, flexible y cooperativo que permita ser implementado de manera gradual,

- las tareas realizadas por la subred de temática indicadores de la sociedad de la información que actúa en el marco de la RICYT, condujeron a la elaboración de una propuesta metodológica denominada “Matriz de Indicadores de Sociedad de la Información” que responde a las premisas anteriormente expuestas. Estas actividades de investigación se han complementado con la realización de dos talleres en Lisboa en 2001 y 2003 y otros trabajos de campo cuyo objetivo se ha venido centrando en el análisis de empresas.
- se prevé realizar un tercer taller en 2005, con el objetivo de difundir y enriquecer un manual metodológico con recomendaciones conceptuales y operativas para la medición de los distintos aspectos que hacen a la sociedad de la información, a partir de los aportes e inquietudes provenientes de los países que conforman la RICYT más los participantes externos,
- el trabajo desarrollado se ha beneficiado por la interacción con distintos proyectos de investigación y actividades de asistencia técnica entre 2002 y 2004, que contaron con el auspicio de OEA, CEPAL, PNUD, ICA, Regulatel y organismos nacionales como COLCIENCIAS (Colombia), UCIM (Portugal) e INEI (Perú),
- la propuesta ha sido discutida en el ámbito de la Red Especializa en Ciencia y Técnica del MERCOSUR, y los miembros de la Comisión de Sociedad de la Información han acordado adoptarlo como marco de referencia que oriente sus recomendaciones en cuestiones relacionadas con la generación de información estadística.

214

Se recomienda:

- trabajar para el desarrollo de un sistema de indicadores para la sociedad de la información, sobre los ejes de normalización, capacitación, producción y análisis de información, y difusión, procurando que el conjunto de indicadores desarrollados den cuenta de cómo el complejo de instituciones y actividades de ciencia, tecnología y educación superior se transforma a la luz de las nuevas posibilidades y desafíos planteados por la sociedad de la información,
- apoyar el avance hacia la consolidación de un sistema de indicadores de la sociedad de la información en América Latina, mediante la constitución de una red regional de instituciones públicas y privadas cuyos posibles integrantes serían, entre otros, las agencias nacionales de ciencia y tecnología y educación; otros programas y organismos vinculados con la sociedad de la información; unidades académicas; cámaras sectoriales, empresas y usuarios calificados,
- crear coordinaciones nacionales para la gestión de esta red en cada país participante, así como una coordinación general encargada de avanzar hacia el trazado de un posible plan de trabajo inicial de la subred, contemplando la construcción de un conjunto básico de indicadores homogéneos y la compilación de información existente para una posterior normalización y aseguramiento de la consistencia, lo que podría dar lugar a la posterior incorporación de nuevos indicadores. Esto requerirá desarrollos teóricos y metodológicos que harán necesario el trabajo conjunto entre unidades académicas, agencias estadísticas y usuarios calificados, así como actividades de capacitación y de asistencia técnica

a las instituciones generadoras de información y a las responsables del análisis y difusión,

- desarrollar enfoques específicos adicionales en temas sustanciales para la región. Una de las demandas más observadas a este respecto ha sido el campo del sistema de ciencia y tecnología,
- proseguir con el trabajo metodológico mediante la elaboración de una primera versión de un manual con pautas para el análisis y medición de la sociedad de la información en el ámbito de los países de la región.

## **Indicadores de balanza de pagos tecnológica**

Considerando que:

- en las últimas décadas se ha acelerado la difusión de un nuevo paradigma tecno-productivo a escala mundial que condujo a una intensificación de la competencia internacional y que obligó a los distintos países a poner un fuerte énfasis sobre las condiciones y capacidades que explican la competitividad internacional y, en particular, sobre los procesos de transferencia y difusión tecnológica,
- el enfoque predominante sobre la transferencia internacional de tecnología se ha focalizado en su contribución a la mejora de las capacidades competitivas de los países y las firmas en un escenario de competencia global,
- ha surgido la preocupación por estimar y medir los flujos internacionales de tecnología para conocer el posicionamiento de las diversas economías nacionales en función de sus niveles de capacidad tecnológica y, por extensión, de competitividad.
- esta iniciativa surge en los países desarrollados y se basa, principalmente, en la aplicación del enfoque metodológico conocido como Balanza de Pagos Tecnológica (BPT), resumido y caracterizado en la publicación de la OCDE *Proposed standard method of compiling and interpreting Technology Balance of Payments (TBP) data*, en la que se define la naturaleza de las transacciones que deberían ser contempladas y se sugieren los indicadores respectivos.
- la instrumentación del TBP Manual, no exenta de serias dificultades, se ha circunscrito a un puñado de países, todos ellos de elevado nivel de desarrollo relativo. En efecto, en el caso de los países que integran la RICYT, el cálculo de las transferencias internacionales de tecnología se ha demostrado casi inexistente, salvo en el caso de los países que pertenecen a la OCDE (Canadá, España, Estados Unidos, México y Portugal) y en la inclusión de algún tipo de apartado dentro de encuestas de innovación nacionales o de algún esfuerzo aislado de los organismos nacionales de ciencia y tecnología.
- las estimaciones de la BPT presentan diversos inconvenientes para reflejar en forma adecuada la transferencia internacional de tecnología, los que se agudizan en el caso de los países en desarrollo, debido a que las transacciones que suelen registrarse no cubren las formas predominantes con las que estos países intervienen en tales flujos y porque se multiplican los problemas prácticos y operativos del registro correspondiente.

Se recomienda:

- desarrollar una definición más amplia de transferencia de tecnología, que contemple toda aquella operación que incluya no sólo un contenido tecnológico explícito sino también implícito y que no se limite en forma exclusiva a operaciones con flujos dinerarios explícitos asociados, de modo que refleje el creciente fenómeno de internacionalización de la producción,
- comenzar, a partir de esta nueva definición, a medir las partidas incluidas en el TBP Manual de la OCDE, ya sea obteniendo la información desde fuentes secundarias o incluyendo preguntas respecto a la transferencia internacional de tecnología en las distintas encuestas que se realizan en el ámbito empresarial,
- complementar esta medición con la realización de estudios sobre el contenido tecnológico del comercio, en particular con metodologías que reflejen no sólo el contenido tecnológico de los productos sino también el de los procesos, de modo que la definición de intensidad tecnológica de los sectores y productos tenga en cuenta tanto la intensidad de I+D directa o específica al producto o sector (gasto en I+D respecto del valor agregado o producción) como la indirecta (tecnología incorporada en las compras de insumos intermedios y bienes de capital),
- contemplar la medición, tanto de carácter cualitativo como cuantitativo, de los flujos de inversión extranjera directa, ya que se trata de uno de los canales principales a través de los cuales circula la tecnología a escala internacional, sobre todo hacia los países de menor desarrollo relativo.

216

### **Indicadores de percepción pública de la ciencia**

Considerando que:

- la percepción que la sociedad tiene sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología es un objeto estratégico para las políticas públicas, ya que involucra imágenes, valoraciones y actitudes que el público asume sobre el rumbo y el impacto de la ciencia y la tecnología en ámbitos diversos de la vida cotidiana,
- es necesario un nuevo contrato social para la ciencia en términos de democratizar el conocimiento y extender la cultura científica en la sociedad,
- el apoyo social a la ciencia y la tecnología dependerán cada vez más del grado de apropiación de estos temas y la forma en que se integren a la cultura ciudadana,
- los instrumentos que intentan evaluar la percepción de la ciencia en una sociedad requieren ser mejorados en aspectos conceptuales y metodológicos,
- en los países en desarrollo existen problemas de adaptación de las herramientas de medición y, asimismo, hay pocos grupos académicos y gobiernos que hayan realizado ejercicios de medición,
- la RICYT, con un fuerte apoyo de la OEI y de la OEA, trabaja desde 2001 estimulando el desarrollo de este campo de estudios en términos de investigación académica, debate regional sobre la construcción de indicadores y su incorporación a la agenda de las políticas públicas,
- existe gracias a este trabajo una red de investigadores, funcionarios y profesionales que incluye a quince países de la región,

- la red ha permitido llevar adelante una encuesta piloto comparativa en ciudades de Argentina, Brasil, España y Uruguay, estudios cualitativos, talleres sobre la materia en Salamanca y San Pablo, así como un seminario en Costa Rica que permitió constituir una subred específica para los países centroamericanos.

Se recomienda:

- apoyar el fortalecimiento de la cooperación entre los miembros de la red en los diferentes países a través de la continuidad de iniciativas, proyectos comunes y reuniones periódicas,
- instar a los gobiernos de los países miembros de la RICYT a que se involucren activamente en generar condiciones favorables para la reflexión y el diseño de indicadores en esta materia,
- alcanzar acuerdos operativos que permitan proponer indicadores renovados que reflejen particularidades regionales y posibiliten también su comparación internacional.
- continuar la reflexión conceptual emprendida ahondando la perspectiva de análisis sobre la cultura científica en sus distintos niveles (institucional, procesos sociales, dimensión individual, entre otros),
- avanzar en la revisión de los instrumentos utilizados para la medición, a fin de establecer acuerdos metodológicos operativos,
- desarrollar en red estudios específicos acordes a las nuevas dimensiones exploradas en temas tales como, riesgo e imaginario, percepción y salud, análisis de la comunicación científica en los medios de comunicación, educación CTS e indicadores de participación social en actividades (diálogos ciudadanos, semanas y ferias de ciencia y tecnología),
- apoyar en la región centroamericana la realización de un estudio piloto similar al que se realizó conjuntamente en Argentina, Brasil, España y Uruguay,
- proponer en el mediano plazo un conjunto mínimo de indicadores comparables para los países de la región.

217

## **Indicadores de género**

Considerando que:

- existe un amplio consenso internacional sobre la necesidad de generalizar la aplicación de un enfoque de género en todos los ámbitos donde se genera información para la toma de decisiones, como forma de detección y eliminación de las diversas vías de discriminación que aún afectan el acceso a derechos humanos básicos de las mujeres en la vida contemporánea, tales como el derecho a la educación, al trabajo y a la participación política,
- el ámbito de la ciencia, tecnología e innovación ha incorporado en los últimos años esta visión, según puede apreciarse en numerosos foros y declaraciones mundiales, como los organizados por la UNESCO (Conferencia Mundial de la Ciencia, Budapest 1999, y IV Conferencia Mundial de la Mujer, Pekín 1995) y los planes de acción de organismos como la OEA entre otros. En estos ámbitos se

postula la necesidad de una mayor equidad e igualdad de géneros en las acciones dirigidas al estímulo y promoción de las actividades científicas y tecnológicas en todos los países.

- diagnósticos realizados en países de mayor y de menor desarrollo socioeconómico muestran que, desde la segunda mitad del siglo veinte hasta el presente, se constatan importantes avances de la mujer en la formación universitaria y en el ingreso a la carrera de investigación científica,
- persisten fenómenos de exclusión, muchas veces invisibles, que afectan la presencia femenina en las actividades de investigación y formación doctoral en las ciencias exactas y las ingenierías, o el desempeño laboral en actividades y laboratorios de I+D empresariales. Asimismo, se comprueba el desplazamiento de la mujer de los ámbitos de mayor prestigio académico y de mayor poder de decisión en el ejercicio de la ciencia. Procesos de estratificación como los señalados conforman barreras, para el logro de una mayor equidad entre varones y mujeres en la ciencia,
- existen en la región iberoamericana experiencias incipientes en el análisis de la ciencia y la tecnología bajo una perspectiva de género que han generado diagnósticos nacionales y regionales (como el Proyecto Gentec o las Cátedras UNESCO) y estadísticas desagregadas por sexo (indicadores de recursos humanos según sexo en los informes de a RICYT). Estas experiencias constituyen una base de información relevante para iniciar un proceso de concientización sobre esta problemática en la región,
- aún se debe avanzar en la definición de una estrategia metodológica común entre los países que permita extender la producción de indicadores y la generación de estudios hacia otras temáticas de mayor sensibilidad a los problemas de género.

218

Se recomienda:

- promover la reflexión sobre la problemática de género en el ámbito de la ciencia y la tecnología regional, mediante el apoyo y la asignación de recursos específicos a la realización de diagnósticos nacionales y regionales sobre la situación de varones y mujeres en la investigación científica y tecnológica, y a la concreción de acciones de difusión sobre esta problemática -en particular dirigida a aquellos países que aún no han participado de algunas de las experiencias existentes- en los gobiernos, universidades, instituciones científicas del ámbito y público y privado, empresas y organizaciones no gubernamentales,
- apoyar la práctica de desagregar la información según sexo en la producción de estadísticas nacionales de ciencia y tecnología, extendiendo estas acciones a las instituciones responsables de la producción de información primaria relacionada con este campo, como son las instituciones de investigación, las universidades, las empresas, las agencias de gobierno a cargo de la gestión y promoción de la ciencia y los órganos legislativos,
- desarrollar y difundir una plataforma metodológica común para los países de la región dirigida a la aplicación de un enfoque de género en la generación de estadísticas sobre ciencia y tecnología, que incluya la propuesta de desagregación

por sexo en indicadores de insumo y producto y en los cortes disciplinarios e institucionales,

- generar nuevos indicadores que reflejen el patrón de género en ámbitos sensibles al acceso al poder, como el acceso a fondos para la investigación y premios científicos, la presencia en ámbitos de decisión política en la ciencia, y las pirámides de cargos científicos y académicos que estratifican la carrera profesional,
- capacitar al personal de agencias y organismos nacionales abocados a la producción de estadísticas de ciencia y tecnología sobre aspectos conceptuales y metodológicos referidos a la aplicación de enfoques de género en la producción de indicadores,
- desarrollar y difundir instrumentos de promoción y otras medidas de acción positiva para su incorporación en las políticas públicas dirigidas al logro de la equidad e igualdad de género en la ciencia y la tecnología.

### **Indicadores de biotecnología**

Considerando que:

- los indicadores de biotecnología están adquiriendo una importancia creciente en el escenario internacional, siendo jerarquizados como instrumentos de política de ciencia, tecnología e innovación,
- organismos internacionales y regionales como la OCDE, la OEA y la Red de Bioseguridad del Programa Regional de Biotecnología de la Universidad de las Naciones Unidas (RNBio/UNU-BIOLAC) han encarado diversas acciones de fomento en este campo,
- la situación local y regional registra avances en la cobertura de áreas significativas, pero todavía existen campos con escaso desarrollo, como el de la biotecnología agroalimentaria, y los temas de bioseguridad, regulaciones y percepción pública vinculados con el mismo requieren rápida atención,
- resulta conveniente aumentar los esfuerzos de los países de América Latina en este campo, colaborando con iniciativas en marcha, en particular el Proyecto de Investigación sobre Indicadores apoyado por la OEA,
- es necesario incorporar a la región a las tendencias internacionales para el desarrollo y la armonización de indicadores de biotecnología, tal como lo hace la OCDE,
- la RICYT puede jugar un papel significativo en esta dinámica, en cooperación con los esfuerzos del escenario regional, en especial con el grupo de entidades que participa del Proyecto sobre Indicadores de Biotecnología apoyado por la OEA, del que participan el Observatorio de Ciencia y Tecnología de Colombia y entidades de Venezuela, México y otros países.

219

Se recomienda:

- desarrollar esfuerzos para avanzar en la producción de indicadores nacionales de biotecnología, teniendo en cuenta la armonización regional en las áreas y

temáticas que alcancen una adecuada masa crítica de conocimientos e información,

- apoyar desde la RICYT el trabajo orientado al desarrollo regional de indicadores de biotecnología, apoyando la realización de la segunda etapa del Proyecto de Indicadores de Biotecnología, presentado a la OEAPor el Observatorio de Ciencia y Tecnología de Colombia,
- establecer una metodología y los consensos básicos para incorporar a la región a la dinámica de desarrollo y normalización de indicadores comparativos de biotecnología que desarrolla la OCDE, con eje en la RICYT.

### **Indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología**

Considerando que:

- numerosos indicadores muestran el creciente peso de la dimensión internacional en las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, proceso que se expresa en la movilidad e intercambio de investigadores, las copublicaciones científicas, las alianzas y consorcios tecnológicos, las redes en sus múltiples modalidades, los procesos de transferencia y el comercio de productos de alta tecnología, así como los flujos de financiación de la ciencia y la tecnología,
- la internacionalización se percibe como una vía para la mejora de la calidad de las actividades científico-técnicas, la creación y fortalecimiento de capacidades, la proyección de los resultados y la consecución de mayores sinergias en el entramado internacional de dependencias. La incidencia de la dimensión internacional está modificando los patrones de organización y ejecución de la investigación y, desde esta perspectiva, disponer de un sistema integrado de indicadores que contemple sus múltiples manifestaciones permitirá una mejor comprensión de los procesos asociados a la internacionalización y su medición, así como ayudar a elaborar estrategias y políticas para su fomento y evaluación.
- la RICYT y el CONICYT de Chile convocaron en diciembre de 2003 una reunión de expertos con el objetivo de iniciar el estudio de la incorporación de indicadores de internacionalización en el ámbito de la RICYT. En esta reunión se analizó desde la perspectiva iberoamericana las implicaciones y expresiones de la internacionalización para establecer un marco de referencia para el diseño de los indicadores y se elaboró una agenda de trabajo encaminada a definir la naturaleza de los más relevantes.

Se recomienda:

- constituir una subred en el marco de la RICYT con el objetivo de avanzar en la agenda elaborada en Chile. Los miembros de esta subred podrían centrar su trabajo en una primera etapa en la identificación y diseño de indicadores relacionados con los instrumentos para la internacionalización, la dimensión internacional en las actividades y resultados de I+D, teniendo en cuenta la heterogeneidad y particularidades de la región dando lugar a un enfoque específico desde la RICYT,

- trabajar para incluir en los programas de acción de organismos multilaterales, como la OEA, OEI y UNESCO, el apoyo a las actividades de la subred, considerando las relaciones de los indicadores de internacionalización con las actividades de la cooperación internacional,
- instar a los gobiernos de los países miembros de la RICYT para que se incorporen a la reflexión sobre el diseño de los indicadores de internacionalización y faciliten la implementación de algunos indicadores que puedan plantearse en una experiencia piloto.

## **Indicadores bibliométricos**

Considerando que:

- es necesario optimizar el empleo de los recursos en ciencia y tecnología en la región se han realizado un conjunto de trabajos que intentan medir la productividad de I+D. Sin embargo es necesario profundizar trabajos de esta naturaleza con el objetivo de medir estos productos y obtener datos a nivel nacional, institucional, local y disciplinario,
- es necesario el empleo de indicadores bibliométricos específicos para cada una de las áreas del conocimiento, dadas las particularidades de las diferentes disciplinas del conocimiento.
- las actuales bases de datos disponibles no están normalizadas y presentan, al momento de utilizarlas para estudios bibliométricos, grandes dificultades y limitaciones que no permiten la interoperabilidad necesaria para los estudios comparativos y regionales,
- existen nuevas herramientas tecnológicas que, aplicadas a las bases de datos existentes, permiten definir nuevos requerimientos y construir nuevos indicadores de producción científica y académica más complejos.

221

Se recomienda:

- iniciar en todos los países programas sistemáticos de recopilación de información para la elaboración de indicadores de producción y productividad, especialmente estudios de carácter bibliométrico,
- preparar un conjunto de directrices para llevar a cabo dichos estudios, sugerir criterios de normalización de datos, y requerimientos mínimos comunes que aseguren la comparabilidad de los indicadores,
- diseñar indicadores complementarios específicos para las áreas de ciencias sociales y humanidades dadas sus características especiales,
- profundizar en la elaboración de indicadores cibernéticos, dado el importante desarrollo de Internet como nueva herramienta de transferencia de conocimientos,
- diseñar programas de entrenamiento en este campo, a ser posible virtuales, y apoyar pasantías en centros de excelencia de la región,
- mantener los talleres periódicos de bibliometría y ampliarlos a otras formas de medir la producción científica y tecnológica, combinando este tipo de indicadores con indicadores socioeconómicos,

- incluir, en el próximo manual de la RICYT, además de los indicadores actuales, indicadores más complejos integrados a otros datos nacionales que permitan realizar análisis más profundos de la situación regional,
- redactar directrices para facilitar a los responsables de políticas científicas y tecnológicas de América Latina un sistema integrado de indicadores que abarque todos los aspectos mencionados y que sirva de base para la toma de decisiones en la gestión de la ciencia y la tecnología.

### **Consideraciones finales**

Los participantes del Sexto Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología manifiestan la necesidad de que el sistema interamericano e iberoamericano asuma un compromiso conducente a la conformación de un sistema de información científica y tecnológica que apuntale la toma de decisiones en materia de política científica.

Enfatizan también la necesidad de promover la conciencia sobre la importancia de una política científica basada en la información sobre la situación de la ciencia y la tecnología en la región y en el mundo.

Destacan, asimismo, la conveniencia de facilitar el acceso de los encargados de la generación de información a la capacitación necesaria para llevar adelante esta tarea.

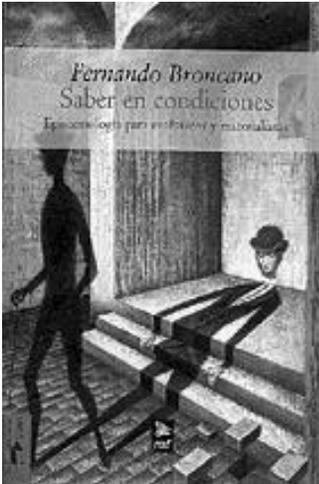
222

Manifiestan que la RICYT, a partir de su experiencia desarrollada desde su creación, expresa el esfuerzo colectivo en la búsqueda de nuevas respuestas ante los nuevos desafíos y oportunidades que el conocimiento científico y tecnológico plantea a los países de la región. Tal esfuerzo ha estado basado en la convicción de que la disponibilidad de indicadores de ciencia, tecnología e innovación es actualmente una condición esencial para que todos los países de la región sean capaces de diseñar y evaluar políticas de desarrollo científico y tecnológico íntimamente relacionadas con los objetivos de desarrollo económico y social.

## RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS







## Saber en condiciones. Epistemología para escépticos y materialistas

Autor: **Fernando Broncano**

Madrid

Antonio Machado Libros, 2003, 528 páginas

## Una epistemología apropiada para la política de la ciencia

Por **León Olivé**

UNAM, México

Saber en condiciones es el espléndido título del libro en el que Fernando Broncano repasa los mayores problemas de la epistemología contemporánea para articular una de las propuestas actuales más sugerentes, que desemboca en una filosofía política de la ciencia. Pero también es un juego de palabras. Según explica el autor, el título lo ha tomado prestado a su Madre, quien “siempre dice que si se limpia hay que limpiar en condiciones” (p. 14). Se entiende que hay que proveerse de lo necesario según las circunstancias. Al mismo tiempo esas palabras apuntan a una manera de entender el conocimiento que explica buena parte de los extravíos históricos de la epistemología, y permite plantear adecuadamente los más acuciantes problemas de la generación, desarrollo, aceptación y aplicación del conocimiento y de su papel en la intervención humana en el ambiente y en la sociedad. Los seres humanos siempre producen y usan el conocimiento en condiciones determinadas, y esto no es de poca monta ni filosófica ni práctica.

225

Broncano recuerda desde la Introducción que los problemas, su posible solución, o la imposibilidad de tratarlos, están condicionados desde la forma de plantear las preguntas. Cuando la primera pregunta fundamental de la epistemología -“¿cómo es posible el conocimiento?” (p. 22)- se formula así, sin condiciones, es muy grande la tentación de dar por hecho que el conocimiento surge de un arcano lugar y es algo aparte de la realidad. Entonces se enfrenta el problema irresoluble de cuál es la relación del conocimiento con la realidad y, sobre todo, de cómo podemos estar seguros de que eso que llamamos conocimiento lo es de esa realidad. Es decir, se le sirve el banquete al escéptico en bandeja de plata. No, dice Broncano, la formulación adecuada de la pregunta debe asumir ya ciertos compromisos (¿acaso

los podemos evitar alguna vez?). La pregunta correcta es: “¿Cómo es posible que un trozo de realidad haya sido capaz de conocimiento, de formar un mapa de la realidad que es, él mismo, un trozo de la realidad que se describe a sí misma?” (p. 20).

Pero no por esto se desembaraza Broncano del escéptico, ni cree poder hacerlo ni lo considera deseable. Por el contrario, los escépticos “son parte de nuestro equipo”, su trabajo es molestarnos recordando constantemente “que los objetivos de la vida no son teóricos sino prácticos” (p. 19). “Y luego están los materialistas”, quienes sostienen que “[l]a trama de la realidad está hecha de causas y de azares. En el principio y en el fin hay causas físicas que constituyen todo lo que hay cualquiera que sea su naturaleza” (p. 20).

El epistemólogo necesita en su viaje al materialista tanto como al escéptico para mantener la cordura y para evitar los extravíos. Pero no hay que dejarles pasar de la raya. Broncano nos lleva entonces de la mano de escépticos y de materialistas, cuya compañía ha aceptado para evitar los excesos, pero también porque ha asumido el reto de educarlos... para que no sean “pelmazos” (p. 19), y para que no vuelvan a la filosofía algo tan aburrido y tan ajeno a los problemas del mundo que no le interese más que a un pequeño grupo de iniciados.

El recorrido va de la discusión del escepticismo a los problemas más apremiantes en el orden ético, social y político alrededor de la ciencia y la tecnología contemporáneas. Las estaciones del viaje incluyen nada menos que la objetividad, la racionalidad, la verdad, la realidad y la experiencia, la naturalización de la epistemología y la normatividad epistémica, así como el conocimiento en la esfera pública, y el esbozo de una epistemología “realmente social” y de una filosofía política para la ciencia y la tecnología. Los temas se exponen con claridad y siempre hay una sólida argumentación, por lo que el libro resulta uno de los más valiosos tratados de epistemología publicados recientemente. Veamos algunos botones de muestra.

226

### **¿Por qué tiene autoridad epistémica la experiencia sensorial?**

Esta aparentemente inocente pregunta epistemológica tiene un matiz político que Broncano, apoyándose en Bernard Williams, desvela de inmediato: “La epistemología intersecta con la política en la medida en que toda política supone una política de la creencia y toda política de la creencia es parte de nuestra construcción del orden social”. ¿Por qué hoy en día somos incapaces de construir un orden social basado en autoridades [legítimas] y no en la imposición del poder [que, si acaso, logra una legitimación fáctica, pero no una legitimidad genuina]? (p. 253).

Es parte de nuestras tareas políticas recuperar el poder de la autoridad legítima frente al poder bárbaro del más fuerte. Por esto es doblemente importante la línea que defiende Broncano: recuperar una concepción adecuada de la autoridad de la experiencia frente al mito posmoderno de que “todo es construido” (p. 251). Pero para ello se requiere aire fresco sobre nuestras ideas acerca de la experiencia.

Para empezar, la experiencia es un proceso, no un suceso individual y atómico como lo pensó en general la epistemología moderna. “La experiencia actual preserva la experiencia del pasado, es parte de nuestra formación o conformación como sujetos situados” (p. 254). La experiencia tiene autoridad porque “nos inserta en la realidad como la parte de ella que somos” (p. 255). Bien puede hacerse una concesión fundamental a los kantianos: es imposible describir la realidad si no es conceptualmente. Pero Broncano salva “de la manera más honesta posible” lo que él considera una idea crucial del empirismo: “no existirían tampoco conceptos si no existiese la experiencia” [...] “si colectivamente no tuviésemos experiencias tampoco tendríamos conceptos” (p. 255).

Creo que muchos kantianos también reclamarían esta idea para sí, pero lo importante es subrayar que la experiencia no es un estado mental, sino “un proceso cuyas condiciones de éxito dependen de la inserción efectiva en la realidad y en el flujo de información que proviene de ella” (p. 263). La experiencia “es el modo en que la realidad nos configura como sujetos cognoscentes” (p. 255). Por eso hay una asimetría entre el nivel conceptual y el experiencial. Sin razón y sin conceptos no hay conocimiento. Pero la razón recibe su autoridad de la experiencia, dice Broncano (p. 255), rescatando en eso sí la actitud empirista fundamental, como diría van Fraassen (p. 250).

Así comienza a dibujarse una epistemología que no sólo mantiene a raya al escéptico y al materialista, sino que formula el proyecto político de recuperar la confianza en un orden de autoridad legítima. Pues la autoridad de la experiencia, concluye Broncano, no está desligada de la intervención práctica en la naturaleza (p. 322), y bien podemos agregar que también en la sociedad.

227

La penúltima estación es la búsqueda de la normatividad epistémica: ¿de dónde proviene la fuerza de las normas en el dominio del conocimiento? La respuesta de Broncano es plenamente congruente con la visión naturalizada que defiende, además de hermosamente sencilla: “El conocimiento es normativo para los seres humanos en el mismo sentido en que es normativa la salud. ‘Estar sano’ describe al tiempo un estado general de las numerosas funciones del organismo y una finalidad de nuestra existencia: deseamos estar sanos, recuperar la salud cuando la hemos perdido, preservarla e incluso incrementarla [...]; desde el punto de vista social, la salud es un bien primario que obliga a las políticas públicas de bienestar” (p. 388).

La manera “normal” de ser de la mayoría de los miembros de la especie (hasta ahora) es estar sanos, y cuando hay disfunciones que apartan a alguien de ese estado hay una lucha por recuperar la salud, la cual a veces ni siquiera es intencional, como cuando un organismo combate por sí mismo una infección. Análogamente, sugiere Broncano, los seres humanos, como muchos otros animales, no pueden dejar de conocer. El conocimiento “es un logro de nuestra mente, un estado que denota relaciones robustas en las transacciones causales, informacionales y prácticas de la mente. Es un estado normativo en el sentido de que su privación implica disfunción o mal funcionamiento, una falta de desarrollo de las capacidades mentales” (p. 389). Dicho de otra manera, no es posible que un ser humano con

capacidades normales y que realice ciertas transacciones elementales con su medio carezca de un cierto conocimiento del mundo.

El concepto de conocimiento categoriza ese estado normativo y es, él mismo, un concepto normativo. Disponer del concepto de conocimiento significa reconocer la normatividad del conocimiento. Si no hemos comprendido esto no hemos entendido aún lo que es el conocimiento. Disponemos del concepto de conocimiento cuando somos capaces de discriminar un estado de conocimiento de uno que no lo es, de la misma manera que disponemos del concepto de salud cuando somos capaces de identificar un estado como saludable y otro como patológico.

Con este punto de vista, Broncano desde luego se rebela a la epistemología tradicional. Saber no es tener una creencia verdadera y justificada. El conocimiento no es una subclase de las creencias. Esto no le impide proponer y defender una teoría normativa del conocimiento, pero sí lo salva del extravío intelectualista de tener que presuponer una normatividad quizá más fuerte que la epistémica (basada en una noción fuerte de racionalidad, por ejemplo). La estrategia de Broncano, en cambio, es buscar la normatividad del conocimiento en nuestras capacidades naturales que se han desarrollado evolutivamente y que han permitido transacciones causales, interacciones e intervenciones exitosas en el mundo. Esto nos lleva a la última parada.

### **El conocimiento en la esfera pública**

“La ciencia y la tecnología aparecieron cuando varios hechos sociales complejos se transformaron en compromisos institucionales explícitos, tales que instauraron normativamente ciertas conductas creativas cognitivas y prácticas” (p. 449). Entre esas transformaciones sociales se encuentran la imprenta, la generalización de las habilidades de cálculo numérico, la invención de nuevos medios representacionales matemáticos y gráficos, la crítica generalizada al principio de autoridad, la generalización de redes sociales y el desarrollo técnico de instrumentos propiamente cognitivos, por ejemplo instrumentos de medida (p. 449). Estos hechos generaron prácticas cognitivas colectivas cuyos resultados fueron considerados valiosos, y que se sedimentaron en instituciones con una estructura axiológica propia, donde se exigía por ejemplo la justificación de las tesis presentadas en la esfera pública mediante la prueba y el experimento (p. 450).

Broncano reivindica, con toda justicia, los análisis mertonianos de la estructura institucional de la ciencia (p. 451), pero correctamente abre el problema de que además de explicar la génesis de la ciencia es necesario dar cuenta de ella como un hecho institucional, de su preservación, así como de la incertidumbre de su futuro. Para esto recurre a la explicación que se remonta a Mancur Olson de que la ciencia promueve y produce generalmente bienes públicos (p. 454), cuya provisión no puede ser explicada por mecanismos de mercado (p. 455). Este es uno de los puntos cruciales dentro de las actuales discusiones en nuestros países iberoamericanos, donde muchas políticas públicas parecen olvidar este crucial papel de la ciencia y la

tecnología y más bien las entienden a ellas y a sus resultados como meras mercancías.

Broncano advierte: “no hay nada natural en un sistema de ciencia y tecnología” (p. 469). Por eso el problema filosófico y político crucial es el de si “la ciencia será en el futuro lo que libre y reflexivamente determinen sociedades ilustradas y democráticas capaces de pensar y decidir sobre las alternativas que se les presentan” (p. 465), o si lo que traiga el porvenir dependerá de “ocultos procesos de causación” (p. 465), al margen de la participación de los ciudadanos. Con esto entramos al último salón de la estación final.

### **“Una filosofía política, no metafísica, para la ciencia y la tecnología”**

El actual sistema de ciencia se ha vuelto transnacional, es capaz de generar bienes públicos y colaborar en la resolución de muchos problemas sociales y ambientales, pero también ha coadyuvado a muchas desigualdades nunca antes vistas (p. 519). ¿Cómo confrontar el problema de la legitimidad del sistema de ciencia en una sociedad que aspira a ser democrática, donde hay flujos transnacionales en la economía, en la cultura, en el poder, y donde se mantiene una gran diversidad de puntos de vista religiosos, políticos y morales? Y ¿cuál es el papel del filósofo en esto?

Broncano discute algunas ideas que han sido esbozadas -pero como él muy bien crítica, aún no desarrolladas a un debido nivel- por varios autores iberoamericanos, y consciente de pecar en el mismo sentido que sus colegas, dedica las últimas cuatro páginas del capítulo final a delinear un programa que habrá de desarrollar a corto plazo. Su propuesta es la de tomar los conceptos epistémicos con el mismo rango fundacional que conceptos como justicia, igualdad o libertad.

229

La tarea filosófica es colaborar en la construcción de conceptos de esta naturaleza que sean aceptables para los diferentes puntos de vista que concurren en la esfera pública, y en particular atender a interrogantes tales como: “¿son compatibles las sociedades democráticas con instituciones que tienen valores constitutivos? [...] ¿Están legitimados los agentes de esas instituciones para establecer jerarquías de valores ateniéndose al encargo social que funda la institución?” (p. 519). Esos problemas son familiares en otros campos, como en el derecho, donde se discute si la ley positiva es o no fuente de su propia legitimación. Es hora de que la filosofía de la ciencia dé respuesta a los problemas análogos que surgen con respecto al sistema de ciencia y su papel en las sociedades democráticas. Con esto Broncano da el paso final, de la epistemología a una teoría amplia del contrato social, haciendo un llamado para un contrato social epistémico: “un contrato para la producción de conocimiento dada una legítima distribución de autoridad epistémica” (p. 520).

Un proyecto social y político auténticamente democrático y participativo exige la legitimidad de las instituciones de conocimiento, pero éstas y el sistema en el que se encuentran es ya demasiado complejo. Se requiere una distribución de la autoridad,

pero de la legítima autoridad y no del poder -insiste Broncano- y eso exige respetar y promover la autonomía epistémica de las comunidades científicas, pero a cambio de que éstas formen parte también del pacto. Por esto la epistemología -siempre y cuando se le entienda en la línea enseñada en este libro- pese al escéptico y al materialista tiene, y debe tener, un lugar fundamental por su capacidad "para dar respuesta a problemas esenciales de nuestras sociedades" (p. 521). Broncano concluye así, delineando con claridad algunos de los temas indispensables para la agenda en la epistemología y la filosofía de la ciencia del siglo veintiuno, de fundamental interés para los países iberoamericanos.

Apenas hemos podido presentar unas cuantas de las muchas ideas valiosas de este libro, sin haber sido capaces de transmitir la riqueza de lo que hemos aprendido con su lectura. Carlos B. Gutiérrez recordaba hace poco en México el concepto de "formación" de la tradición alemana que influyó decisivamente en su maestro Gadamer: formarse es aprender de los otros, por tanto es un proceso permanente. Quien lea este libro, sea quien sea, fortalecerá sólidamente su formación. Cualquiera tiene mucho que aprender de esta excelente obra.

NOTICIAS 



## **Curso de Formación de Docentes de Educación Media y Superior: Introducción al Enfoque CTS en la Enseñanza**

Campus Virtual OEI (Internet)

La Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura (OEI), con la coordinación académica de la Universidad de Oviedo (España), convocan a docentes de educación secundaria y superior de Iberoamérica y público interesado en temáticas CTS para la realización del curso "Introducción al enfoque CTS en la enseñanza".

El objetivo del curso es brindar nuevos conocimientos y herramientas que apoyen la incorporación del enfoque CTS en la enseñanza, especialmente en ciencias y matemática, como alternativa pedagógica que permita un proceso de enseñanza-aprendizaje socialmente contextualizado.

La duración estimada es de 4 meses. El curso ofrece un número de plazas limitadas y acredita 120 horas de trabajo y cursadas. La fecha prevista para la apertura de aulas es el 1 de abril de 2005 y la fecha límite para matricularse es el 25 de marzo de 2005.

Para obtener más información, visitar el sitio: <http://www.campus-oei.org/ctsi/cursovirtual.htm>

233

## **II Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia y la Tecnología. Ciencia, tecnología y ciudadanía en el siglo XXI**

Universidad de La Laguna (Tenerife, España) - 26-30 de septiembre de 2005  
[www.iber Canarias.org](http://www.iber Canarias.org)

La Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España (SLMFCE), la Sociedad de la Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía (SEIAF), el Instituto de Filosofía del CSIC, el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM, la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y la Universidad de La Laguna (ULL) convocan el II Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia y la Tecnología que tendrá lugar en La Laguna, Tenerife (entre los días 26 y 30 de Septiembre de 2005).

Los ejes principales del congreso serán: Ciencia tecnología y sociedad; Ciencia y ética; Ciencia, tecnología y género; Comunicación de la ciencia y la tecnología; Educación en ciencia y tecnología; Estudios cognitivos de la ciencia; Estudios culturales de la ciencia; Filosofía de la ciencia; Filosofía de la tecnología; Filosofía de las ciencias especiales; Filosofía de las ciencias sociales; Filosofía política y ciencia; Historia de la ciencia y de la tecnología; e Innovación tecnológica y sociedad.

Fecha límite para la recepción de los resúmenes de ponencias (máximo una cara DIN4, incluida bibliografía, en Times New Roman 12, doble espacio, en formato Word o RTF): 30 de marzo de 2005. En los resúmenes deberá constar: nombre del autor o autores, título de la comunicación, centro o institución, dirección postal y dirección de correo electrónico.

Se notificará la aceptación de las comunicaciones a partir del 30 de abril de 2005 en la página web del congreso.

### **Avanzando en la relación ciencia - sociedad**

Sevilla, España, 3 al 5 de febrero de 2005

El propósito central de esta conferencia organizada por la Red Internacional de Science Shops "Living Knowledge", con la colaboración de la Comisión Europea y el apoyo de otras instituciones locales, es abrir un foro para difundir las experiencias en investigación de base comunitaria y de comunicación interactiva que se están llevando a cabo en el mundo en diversas áreas de ciencia y tecnología. Este evento intentará también, a través de diferentes actividades (sesiones plenarias, presentaciones orales, talleres, sesiones de posters, exposiciones y feria de muestras), poner de manifiesto oportunidades y líneas de actuación favorables para la democratización de la ciencia, la innovación tecnológica sostenible y la comunicación interactiva de saberes.

234

La fecha límite para inscribirse es el 5 de enero de 2005. Se puede obtener más información en: <http://www.cienciaysociedadsevilla.org/ingles/index.html>

### **Organización Industrial e Innovación**

Grenoble, Francia, 20 al 21 de junio de 2005

El objetivo de esta conferencia organizada por el Laboratorio de Economía Aplicada de Grenoble (GAEL) - INRA y la Universidad Pierre Mendes, es reunir las recientes contribuciones realizadas por los estudios sobre procesos de innovación en el campo teórico y aplicado de la organización industrial. Algunos de los tópicos a cubrir son: derechos de propiedad intelectual y estrategias de apropiación; capital de riesgo y acuerdos financieros; localización y organización de actividades de investigación; relaciones verticales y licenciamiento; políticas de innovación y competición; innovación y ciclo de vida industrial. Además, se dedicará especial atención al desarrollo de la biotecnología.

La fecha final para la presentación de trabajos es el 15 de enero de 2005. Para solicitar información se puede contactar a Mariane Damois, e-mail: [damois@grenoble.inra.fr](mailto:damois@grenoble.inra.fr), Teléfono: 00.33.4.76.82.54.36, o visitar la página <http://www.grenoble.inra.fr>

## **Ciencia, tecnología y sociedad para todos: desafíos interdisciplinarios para proteger el planeta Tierra**

Baltimore, Estados Unidos, 10 al 12 de febrero de 2005

La Asociación Internacional para la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (IASTS) invita a participar de su 20° reunión y conferencia anual dedicada a los temas de ciencia, tecnología y sociedad. El objetivo de este evento celebrado por la IASTS es crear una oportunidad para discutir temas, pensar y diseñar acciones tendientes a promover y mejorar las relaciones entre ciencia, ética y sociedad.

El período de inscripciones cierra el 15 de enero de 2005. Se puede encontrar más información en: <http://www.nasts.org/conference.htm>

## **Joven Ciencia 2005**

La Habana, Cuba, 18 al 22 de abril de 2005

Bajo el lema "Por un futuro de hombres de Ciencia" y en el marco del Congreso Internacional Estudiantil Universitario de Investigación Científica, se realizará la reunión Joven Ciencia 2005. El evento organizado por la Federación Estudiantil Universitaria, el Ministerio de Educación Superior y las universidades de la República de Cuba convocan a estudiantes de pregrado y maestrías, profesores, administrativos y a todas las personas vinculadas al mundo académico, para asistir y presentar trabajos en el marco de este espacio de intercambio y reflexión en el cual la actividad científica estudiantil será el centro del debate.

235

Algunos objetivos de Joven Ciencia 2005 son:

- Intercambiar experiencias sobre la actividad científico-estudiantil universitaria.
- Actualizar a los participantes en temáticas de alto impacto de la ciencia y la tecnología modernas.
- Perfeccionar la utilización de la metodología de la investigación científica.
- Contribuir al uso de las tecnologías de la información y la comunicación en la investigación científica.
- Propiciar formas de cooperación entre las instituciones y organizaciones participantes en torno a la formación de los profesionales universitarios en la investigación científica.

La convocatoria para la presentación de trabajos estará abierta hasta el 31 de diciembre de 2004. Más información en: <http://jovenciencia.s5.com>

## **Segunda Conferencia Internacional sobre Comunidades y Tecnologías (C&T 2005)**

Milán, Italia, 13 al 16 de junio de 2005

La relación entre comunidades y tecnología es un tópico de investigación creciente, al igual que el número de comunidades que adoptan soportes tecnológicos como base organizativa. La Segunda Conferencia Internacional sobre Comunidades y Tecnologías (C&T 2005) se ocupará de estos temas y los procesos que en ellos se involucran, creando un foro de simulación y difusión de investigaciones acerca de los soportes tecnológicos y las comunidades virtuales. Algunos de los tópicos a cubrir en esta reunión, cuyas sedes serán la Universidad de Milán y la Universidad de Milán Bicocca, son los siguientes: aproximación desde las ciencias sociales a las comunidades y la tecnología; dimensiones sociales de las comunidades tecnológicas; comunidades locales y capital social; comunidades e innovación; y tecnologías para el soporte de comunidades virtuales.

La última fecha para registrarse es el 13 de mayo de 2005. Para obtener más detalles sobre este evento, se puede consultar la siguiente dirección: <http://www.cct2005.disco.unimib.it/>

236

## **Biodiversidad: ciencia y gobernabilidad**

Paris, Francia, 24 al 28 de enero de 2005

Esta conferencia, organizada por el Ministerio de Investigaciones francés, busca contribuir y fortalecer los procesos globales conducidos por la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB), otras convenciones internacionales relevantes, organismos y programas internacionales. Los temas a tratar serán los siguientes: cambios en la biodiversidad, herramientas de evaluación y metodologías; impacto social del cambio, especialmente en lo que concierne a la explotación y comercio de recursos renovables, agricultura, pesquerías y temas forestales; y gobernabilidad de la biodiversidad en el contexto de las "Metas del Milenio" con énfasis en temas legales, económicos y políticos.

Se puede encontrar más información en: [www.recherche.gouv.fr/biodiv2005paris](http://www.recherche.gouv.fr/biodiv2005paris) o solicitarla en: [biodiv2005paris@recherche.gouv.fr](mailto:biodiv2005paris@recherche.gouv.fr)

Interfaces entre riesgo, regulación y cultura: explorando una variación nacional en manejo de la basura, regulación de la seguridad alimentaria y el control de la biotecnología.

## **Llamado para la presentación de artículos sobre “Tecnología en la Sociedad”**

El Journal of Technology Studies (JTS) anuncia la convocatoria para presentar trabajos sobre el tema “Tecnología en la Sociedad”. Los artículos seleccionados formarán parte de un número especial que será publicado en formato electrónico e impreso. El objetivo de esta edición es ofrecer un abordaje amplio de las dimensiones sociopolíticas de la tecnología y de los procesos de toma de decisiones acerca de la tecnología en la sociedad. El contenido de los artículos puede ser el resultado de: 1) estudios de caso de procesos de toma de decisión sobre tecnologías particulares, su uso y regulación; 2) presentación de visiones generales acerca de las características particulares de la tecnología en la sociedad; 3) descripción de algunas claves de la literatura en el campo de los estudios sobre ciencia y la tecnología; 4) resúmenes de programas, foros o publicaciones en esta temática; 5) reflexiones acerca de las implicancias de la enseñanza de estas dimensiones particulares de la tecnología.

Los trabajos presentados no deben superar las 25 páginas a doble espacio, incluyendo referencias, en letra tamaño 12 Times New Roman o un tipo de fuente aproximada. Para obtener más información o enviar trabajos, escribir al Dr. Franz Foltz: fafgsh@rit.edu





REVISTA IBEROAMERICANA  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y  
SOCIEDAD

ÍNDICE DE ARTÍCULOS  
ÍNDICE DE AUTORES

volumen 1





**Volumen 1 - Índice de artículos**

- N° 1. Septiembre de 2003**  
**N° 2. Abril de 2004**  
**N° 3. Septiembre de 2004**

**Artículos**

**N° 1. Septiembre de 2003**

“Las funciones técnicas de los artefactos y su encuentro con el constructivismo social en tecnología” (pp. 27-71).

Lawler, Diego

“Interfases percepción-participación-regulación en la dinámica de las políticas públicas sobre ciencia, tecnología y medio ambiente” (pp. 73-84).

López Cerezo, José Antonio y González García, Marta

“La ciencia en España en la encrucijada finisecular (siglo XIX)” (pp. 85-108).

González Rodríguez, María Dolores

“Propuesta metodológica para la medición de la Sociedad del Conocimiento en el ámbito de los países de América Latina” (pp. 109-133).

Bianco, Carlos; Lugones, Gustavo; Peirano, Fernando

**N°2. Abril de 2004**

“Transferencia de tecnología a través de la migración científica: Ingenieros alemanes en la industria militar de Argentina y Brasil” (1947-63) (pp. 21-46).

Stanley, Ruth

“La cultura tecnológica en la Corporación Cooperativa Mondragón” (pp. 47-66)

Cuevas Badallo, Ana

“Participación ciudadana en ciencia y tecnología en América Latina: una oportunidad para refundar el compromiso social de la universidad pública” (pp. 67-83).

Invernizzi, Noela

### **Nº3. Septiembre de 2004**

“El papel de las agencias de asistencia internacional en la creación de capacidades para la investigación en países menos desarrollados. Lecciones desde Nicaragua” (pp. 19-50).

Velho, Léa

“‘Traslación’ y adaptación de técnicas. Tecnologías apropiadas y procesos de transferencia” (pp. 51-71).

Vega Encabo, Jesús

<b>Dossier</b>
----------------

#### **Nº 1: Percepción pública y cultura científica - Septiembre de 2003**

“Una cultura sin cultura: reflexiones críticas sobre la ‘cultura científica’” (pp. 139-151).  
Lévy-Leblond, Jean Marc

“Conocimiento técnico y discurso público” (pp. 153-165).

Durbin, Paul

“Ambos son una cultura” (pp. 167-176).

Municio, Angel Martín

“Ciencia y sociedad civil” (pp. 177-188).

Ziman, John

“La ciencia desapercibida” (pp.189-196).

Tena, Juan

“Ventanas al mundo de la ciencia: preparación y oportunidad” (pp. 197-208).

Rutherford, James

“El espejo roto del conocimiento y el ideal de una visión coherente del mundo” (pp. 209-221).

Mosterín, Jesús

#### **Nº2: Encuestas de innovación en América Latina - Abril de 2004**

“Segunda Encuesta Argentina de Innovación (98/01). Resultados e implicancias metodológicas” (pp. 91-124).

Lugones, Gustavo y Peirano, Fernando

“Experiencias y observaciones surgidas de las encuestas de innovación en Chile” (pp. 125-136).

Martínez Echeverría, Alberto

“Los avances en la medición del desarrollo tecnológico en la industria colombiana” (pp. 137-166).

Vargas Pérez, Marisela y Malaver Rodríguez, Florentino

“Indicadores de Innovación en Uruguay (1998-2000): balance metodológico y principales resultados empíricos” (pp. 167-186).

Baptista, María Belén

### **N°3: Biotecnología y Sociedad - Septiembre de 2004**

“Manejar la incertidumbre: la controversia sobre la ingeniería genética en Europa y su influencia sobre la regulación” (pp. 79-100).

Todt, Oliver

“Transgénicos en Argentina: más allá del boom de la soja” (pp. 101-129).

Vara, Ana María

“La mirada genética: el secuenciamiento del genoma del arroz en China” (pp.131-156).

Schleifer, David

“Encuestas a consumidores sobre biotecnología: ¿formular preguntas hasta obtener las respuestas deseadas, o facultar al público para expresar su opinión?” (pp.157-181).

Grice, Janet y Lawrence, Geoffrey

“Instantáneas y paisajes sobre biotecnología en la prensa española. Análisis de prensa de tres aplicaciones biotecnológicas en el año 2002: alimentos y cultivos transgénicos, terapia génica y clonación” (pp. 183-219).

Muñoz Ruiz, Emilio y Plaza García, Marta

<b>Foro CTS</b>
-----------------

### **N°2 Abril de 2004**

“Los entornos de la innovación” (pp. 189-193).

López Cerezo, José Antonio

“Sobre los usos de Schumpeter en el discurso de la política científica” (pp. 195-209).

Yarza, Claudia

“El campo CTS en América Latina y el uso social de su producción” (pp. 211-218)

Vaccarezza, Leonardo

### **N°3 Septiembre de 2004**

“Las TIC en la cooperación Sur - Sur: el acuerdo de libre comercio entre la India y el Mercosur” (pp. 223-233).

Finkelievich, Susana





**Volumen 1 - Índice de autores**

**N° 1. Septiembre de 2003**

**N°2. Abril de 2004**

**N°3. Septiembre de 2004**

**BAPTISTA, María Belén**

“Indicadores de Innovación en Uruguay (1998-2000): balance metodológico y principales resultados empíricos”

N°2, Abril de 2004 (pp. 167-186)

**BIANCO, Carlos**

“Propuesta metodológica para la medición de la Sociedad del Conocimiento en el ámbito de los países de América Latina” (en colaboración con Gustavo Lugones y Fernando Peirano).

N°1, Septiembre de 2003 (pp. 109-133)

**CUEVAS BADALLO, Ana**

“La cultura tecnológica en la Corporación Cooperativa Mondragón”

N°2, Abril de 2004 (pp. 47-66)

**DURBIN, Paul**

“Conocimiento técnico y discurso público”

N°1, Septiembre de 2003 (pp. 153-165)

**FINQUELIEVICH, Susana**

“Las TIC en la cooperación Sur - Sur: el acuerdo de libre comercio entre la India y el Mercosur”

N°3, Septiembre de 2004 (pp. 223-233)

**GONZÁLEZ GARCÍA, Marta**

“Interfases percepción-participación-regulación en la dinámica de las políticas públicas sobre ciencia, tecnología y medio ambiente” (en colaboración con José Antonio López Cerezo).

N°1, Septiembre de 2003 (pp. 73-84)

**GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, María Dolores**

“La ciencia en España en la encrucijada finisecular (siglo XIX)”  
Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 85-108)

**GRICE, Janet**

“Encuestas a consumidores sobre biotecnología: ¿formular preguntas hasta obtener las respuestas deseadas, o facultar al público para expresar su opinión?” (en colaboración con Geoffrey Lawrence).  
Nº3, Septiembre de 2004 (pp. 157-181)

**INVERNIZZI, Noela**

“Participación ciudadana en ciencia y tecnología en América Latina: una oportunidad para refundar el compromiso social de la universidad pública”  
Nº2, Abril de 2004 (pp. 67-83)

**LAWLER, Diego**

“Las funciones técnicas de los artefactos y su encuentro con el constructivismo social en tecnología”  
Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 27-71)

**LAWRENCE, Geoffrey**

“Encuestas a consumidores sobre biotecnología: ¿formular preguntas hasta obtener las respuestas deseadas, o facultar al público para expresar su opinión?” (en colaboración con Janet Grice).  
Nº3, Septiembre de 2004 (pp. 157-181)

246

**LÉVY-LEBLOND, Jean Marc**

“Una cultura sin cultura: reflexiones críticas sobre la ‘cultura científica’”  
Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 139-151)

**LÓPEZ CERESO, José Antonio**

“Interfases percepción-participación-regulación en la dinámica de las políticas públicas sobre ciencia, tecnología y medio ambiente” (en colaboración con Marta García González).  
Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 73-84)

\_\_\_\_\_, **José Antonio**

“Los entornos de la innovación”  
Nº2, Abril de 2004 (pp. 189-193)

**LUGONES, Gustavo**

“Propuesta metodológica para la medición de la Sociedad del Conocimiento en el ámbito de los países de América Latina” (en colaboración con Carlos Bianco y Fernando Peirano).  
Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 109-133)

\_\_\_\_\_, **Gustavo**

“Segunda Encuesta Argentina de Innovación (98/01). Resultados e implicancias metodológicas” (en colaboración con Fernando Peirano).

Nº2, Abril de 2004 (pág. 91-124)

**MALAYER RODRÍGUEZ, Florentino**

“Los avances en la medición del desarrollo tecnológico en la industria colombiana” (en colaboración con Marisela Vargas Pérez).

Nº2, Abril de 2004 (pp. 137-166)

**MARTÍNEZ ECHEVERRÍA, Alberto**

“Experiencias y observaciones surgidas de las encuestas de innovación en Chile”

Nº2, Abril de 2004 (pp. 125-136)

**MOSTERÍN, Jesús**

“El espejo roto del conocimiento y el ideal de una visión coherente del mundo”

Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 209-221)

**MUNICIO, Angel Martín**

“Ambos son una cultura”

Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 167-176)

**MUÑOZ RUIZ, Emilio**

“Instantáneas y paisajes sobre biotecnología en la prensa española. Análisis de prensa de tres aplicaciones biotecnológicas en el año 2002: alimentos y cultivos transgénicos, terapia génica y clonación” (en colaboración con Marta Plaza García).

Nº3, Septiembre de 2004 (pp. 183-219)

247

**PEIRANO, Fernando**

“Propuesta metodológica para la medición de la Sociedad del Conocimiento en el ámbito de los países de América Latina” (en colaboración con Carlos Bianco y Gustavo Lugones).

Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 109-133)

\_\_\_\_\_, **Fernando**

“Segunda Encuesta Argentina de Innovación (98/01). Resultados e implicancias metodológicas” (en colaboración con Gustavo Lugones).

Nº2, Abril de 2004 (pp. 91-124)

**PLAZA GARCÍA, Marta**

“Instantáneas y paisajes sobre biotecnología en la prensa española. Análisis de prensa de tres aplicaciones biotecnológicas en el año 2002: alimentos y cultivos transgénicos, terapia génica y clonación” (en colaboración con Emilio Muñoz Ruiz).

Nº3, Septiembre de 2004 (pp. 183-219)

**RUTHERFORD, James**

“Ventanas al mundo de la ciencia: preparación y oportunidad”

Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 197-208)

**SCHLEIFER, David**

“La mirada genética: el secuenciamiento del genoma del arroz en China”  
Nº3, Septiembre de 2004 (pp. 131-156)

**STANLEY, Ruth**

“Transferencia de tecnología a través de la migración científica: Ingenieros alemanes en la industria militar de Argentina y Brasil (1947-63)”  
Nº2, Abril de 2004 (pp.21-46)

**TENA, Juan**

“La ciencia desapercibida”  
Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 189-196)

**TODT, Oliver**

“Manejar la incertidumbre: la controversia sobre la ingeniería genética en Europa y su influencia sobre la regulación”  
Nº3, Septiembre de 2004 (pp. 79-100)

**VACCAREZZA, Leonardo**

“El campo CTS en América Latina y el uso social de su producción”  
Nº2, Abril de 2004 (pp. 211-218)

**VARA, Ana María**

“Transgénicos en Argentina: más allá del boom de la soja”  
Nº3, Septiembre de 2004 (pp. 101-129)

**VARGAS PÉREZ, Marisela**

“Los avances en la medición del desarrollo tecnológico en la industria colombiana”  
(en colaboración con Florentino Malaver Rodríguez)  
Nº2, Abril de 2004 (pp. 137-166)

**VEGAENCABO, Jesús**

“‘Traslación’ y adaptación de técnicas. Tecnologías apropiadas y procesos de transferencia”  
Nº3, Septiembre de 2004 (pp. 51-71)

**VELHO, Léa**

“El papel de las agencias de asistencia internacional en la creación de capacidades para la investigación en países menos desarrollados. Lecciones desde Nicaragua”  
Nº3, Septiembre de 2004 (pp. 19-50)

**YARZA, Claudia**

“Sobre los usos de Schumpeter en el discurso de la política científica”  
Nº2, Abril de 2004 (pp. 195-209)

**ZIMAN, John**

“Ciencia y sociedad civil”  
Nº1, Septiembre de 2003 (pp. 177-188)

## RECEPCIÓN DE COLABORACIONES

- a. El trabajo deberá ser presentado en formato electrónico, indicando a qué sección estaría destinado.
- b. Los textos deben ser remitidos en formato de hoja A4, fuente Arial, cuerpo 12. La extensión total de los trabajos destinados a las secciones de Dossier y Artículos no podrá superar las 20.000 palabras. Para los trabajos destinados a la sección Foro CTS, la extensión no deberá ser mayor a 4.000 palabras. En el caso de los textos para la sección Reseñas bibliográficas, la longitud no podrá ser superior a 2.000 palabras.
- c. El trabajo debe incluir un resumen en su idioma de origen y en inglés, de no más de 200 palabras. Asimismo, deben incluirse hasta 4 palabras clave.
- d. En caso de que el trabajo incluya gráficos, cuadros o imágenes, éstos deben ser numerados y enviados en archivos adjuntos. En el texto se debe indicar claramente la ubicación que debe darse a estos materiales.
- e. Las notas aclaratorias deben ser incluidas al pie de página, siendo numeradas correlativamente.
- f. Las referencias bibliográficas en el cuerpo del texto solamente incluirán nombre y apellido del autor, año de publicación y número de página.
- g. La bibliografía completa debe ordenarse alfabéticamente al final del texto, con el siguiente criterio: 1) apellido (mayúscula) y nombre del autor; 2) año de publicación, entre paréntesis; 3) título de la obra (en bastardilla en caso de que se trate de un libro o manual, y entre comillas si se trata de artículos en libros o revistas. En este caso, el nombre del libro o la revista irá en bastardilla); 4) editorial; 5) ciudad; y 6) número de página.
- h. Los datos del autor deben incluir su nombre y apellido, título académico, institución en la cual se desempeña y cargo, país y correo electrónico.
- i. La Secretaría Editorial puede solicitar al autor la revisión de cualquier aspecto del artículo que no se ajuste a estas disposiciones, como paso previo a su remisión al comité evaluador.

j. Los trabajos serán evaluados por un comité de pares evaluadores que dictaminará sobre la calidad, pertinencia y originalidad del material. Las evaluaciones podrán ser de tres tipos: a) Aprobado para su publicación; b) No apto para su publicación; y c) Aprobado condicional. Este último caso implica que los pares evaluadores consideran que el material podría ser objeto de publicación si se le realizan determinadas correcciones contempladas en el Informe. El autor podrá aceptar -o no- dicha sugerencia, aunque el rechazo de la misma implicaría la negativa a publicar el material. En caso de que el autor acepte revisar el material según los criterios indicados, éste se sometería nuevamente a una revisión por pares.

k. La Secretaría Editorial notificará al autor los resultados del proceso de evaluación correspondientes.

Los trabajos deben ser enviados a [secretaria@revistacts.net](mailto:secretaria@revistacts.net)

## Suscripción anual



Solicito por este medio la suscripción anual (3 números) a la Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS.

### Datos del suscriptor

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

País: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Forma de pago (marque con una X):

Depósito

Giro postal dirigido a nombre de la Asociación Civil Grupo Redes

251

### Para suscripciones desde Argentina

Redes. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior

*Datos de la cuenta:*

Titular: Centro Redes

Referencia: [incluir el nombre del suscriptor o comprador]

Banco: BNP Paribas, sucursal Recoleta (Av. Callao 1690, C1024AAP Buenos Aires, Argentina)

CBU Centro Redes: 26600125 21000000200078

*[Importante: Realizar el pago a través del Sistema Nacional de Pagos (SINAPA)]*

*Enviar esta ficha a:*

Redes. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior

Mansilla 2698, piso 2

C1425BPD Buenos Aires, Argentina

Teléfono y fax: (54 11) 4963 7878 / 4963 8811

Correo electrónico: secretaria@revistacts.net

*Precio anual de suscripción: \$ 60*

*Gasto anual de envío: \$ 12*

corte y envíe

**Para suscripciones desde el resto de América y España**

Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

*Datos de la cuenta:*

Titular: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)  
 Referencia: Revista CTS  
 Banco: La Caixa, oficina 2957 (Mota del Cuervo 31, 28043  
 Madrid, España)  
 Cuenta: 2100 2957 01 0200025339

*Enviar esta ficha a:*

Publicaciones de la Organización de Estados  
 Iberoamericanos (OEI)  
 Bravo Murillo 38  
 28015 Madrid, España  
 Teléfono: (34) 91 594 43 82  
 Fax: (34) 91 594 32 86

*Precio anual de suscripción individual:* € 25 / U\$S 30*Precio anual de suscripción institucional:* € 40 / U\$S 47*Gasto anual de envío:* España € 9 / Resto de América U\$S 57

252

**Para suscripciones desde España y resto de Europa**

Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología. Universidad de Salamanca

*Datos de la cuenta:*

Titular: Fundación General de la Universidad de Salamanca.  
 Referencia: Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología  
 Banco: Santander Central Hispano  
 IBAN: ES08 0049 1843 4621 1018 6226  
 SWIFT: BSCHEM

*Enviar esta ficha a:*

Universidad de Salamanca  
 Antigua Facultad de Traducción y Documentación  
 Proyecto Novatores  
 Paseo de San Vicente 81  
 37008 Salamanca, España  
 Teléfono: (34) 923 29 48 34  
 Fax: (34) 923 29 48 35

*Precio anual de suscripción individual:* € 25*Precio anual de suscripción institucional:* € 40*Gasto anual de envío:* España € 9 / Resto de Europa € 27



**Solicitud por número**

Solicito por este medio el envío de los siguientes números de la Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS:

Número:   
Ejemplares (cantidad):

Número:   
Ejemplares (cantidad):

Número:   
Ejemplares (cantidad):

**Datos del solicitante**

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

País: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Forma de pago (marque con una X):

Depósito

Giro postal dirigido a nombre de la Asociación Civil Grupo Redes

**Para suscripciones desde Argentina**

Redes. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior

*Datos de la cuenta:*

Titular: Centro Redes  
Referencia: [incluir el nombre del suscriptor o comprador]  
Banco: BNP Paribas, sucursal Recoleta (Av. Callao 1690, C1024AAP Buenos Aires, Argentina)  
CBU Centro Redes: 26600125 21000000200078

*[Importante: Realizar el pago a través del Sistema Nacional de Pagos (SINAPA)]*

corde y envíe

*Enviar esta ficha a:*

Redes. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y  
Educación Superior  
Mansilla 2698, piso 2  
C1425BPD Buenos Aires, Argentina  
Teléfono y fax: (54 11) 4963 7878 / 4963 8811  
Correo electrónico: secretaria@revistacts.net

*Precio por ejemplar:* \$ 25

*Gastos de envío (por ejemplar):* \$ 4

### **Para solicitudes desde el resto de América y España**

Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

*Datos de la cuenta:*

Titular: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)  
Banco: La Caixa, oficina 2957 (Mota del Cuervo 31, 28043  
Madrid, España)  
Cuenta: 2100 2957 01 0200025339

*Enviar esta ficha a:*

Publicaciones de la Organización de Estados  
Iberoamericanos (OEI)  
Bravo Murillo 38  
28015 Madrid, España  
Teléfono: (34) 91 594 43 82  
Fax: (34) 91 594 32 86

254

*Precio por ejemplar:* € 10 / U\$S 12

*Gastos de envío (por ejemplar):* España € 3 / Resto de América U\$S 19

### **Para solicitudes desde España y resto de Europa**

Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología. Universidad de Salamanca

*Datos de la cuenta:*

Titular: Fundación General de la Universidad de Salamanca.  
Referencia: Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología  
Banco: Santander Central Hispano  
IBAN: ES08 0049 1843 4621 1018 6226  
SWIFT: BSCHEM

*Enviar esta ficha a:*

Universidad de Salamanca  
Antigua Facultad de Traducción y Documentación  
Proyecto Novatores  
Paseo de San Vicente 81  
37008 Salamanca, España  
Teléfono: (34) 923 29 48 34  
Fax: (34) 923 29 48 35

*Precio por ejemplar:* € 10

*Gastos de envío (por ejemplar):* España € 3 / Resto de Europa € 9

**Solicitud de compra de ejemplares o suscripciones desde Argentina con tarjeta de crédito Mastercard**

**Datos personales**

Apellido: \_\_\_\_\_

Nombre completo: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

Dirección para envíos postales (\*): \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

(\*) Completar únicamente si es diferente a la otra dirección

Teléfono de contacto: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

**Datos de la tarjeta Mastercard**

Nº de tarjeta: \_\_\_\_\_

Fecha de emisión: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Fecha de vencimiento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_

255

Solicito que se debite de mi tarjeta de crédito MASTERCARD N° \_\_\_\_\_, fecha de emisión \_\_\_\_ / \_\_\_\_, fecha de vencimiento \_\_\_\_ / \_\_\_\_, la suma correspondiente a (marcar con una cruz):

- 1 ejemplar de la Revista CTS (\$ 29) [incluye envío postal]
- 1 suscripción anual a la Revista CTS (\$ 72) [incluye envío postal]
- 1 ejemplar de la Revista CTS (\$ 25) [NO incluye envío postal] (\*\*)
- 1 suscripción anual a la Revista CTS (\$ 60) [NO incluye envío postal] (\*\*)

(\*\*) Retiro el/los ejemplar/es personalmente en la Secretaría Editorial de la Revista (ver dirección al pie de este formulario)

Firma: \_\_\_\_\_

Aclaración: \_\_\_\_\_

**Enviar esta solicitud únicamente por fax o correo postal a:**

*Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS  
Secretaría Editorial  
Redes. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior  
Mansilla 2698, piso 2 \_ C1425BPD Buenos Aires, Argentina  
Fax: (54 11) 4963 7878 / 4963 8811*



## **Desarrollo Económico Revista de Ciencias Sociales**

Número 174, Volumen 44, julio-setiembre de 2004

### **Artículos**

Michael Mann, *La crisis del estado-nación en América Latina.*

Omar Acha, *Sociedad civil y sociedad política durante el primer peronismo.*

Pablo Lavarello, *Estrategias empresariales y tecnológicas de las firmas multinacionales de las industrias agroalimentarias argentinas durante los años noventa.*

Juan Manuel Palacio, *“Aves negras”: Abogados rurales y la experiencia de la ley en la región pampeana, 1890-1945.*

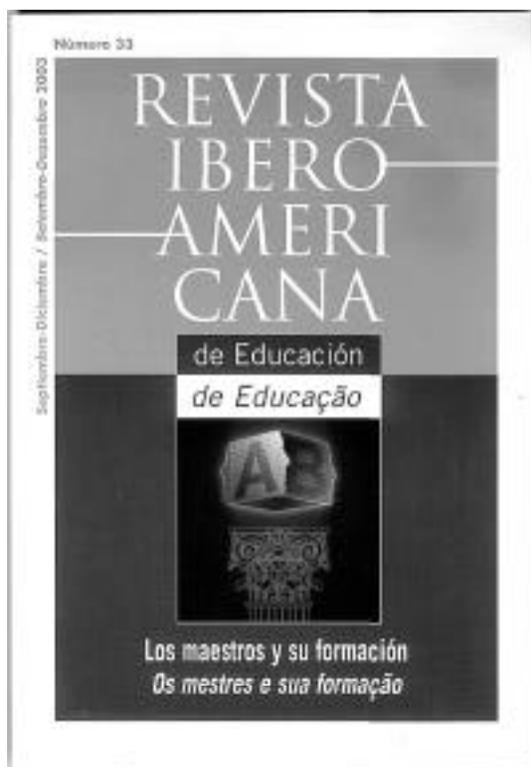
### **Notas y comentarios**

Rosa Aboy, *El “derecho a la vivienda”. Opiniones y demandas sociales en el primer peronismo.*

### **Crítica de Libros**

Joel Horowitz, *Una vez más los sindicatos y el ascenso al poder de Juan Domingo Perón.*

Claudio Fuentes, *¿Movimientos sin fronteras? El desafío de dimensionar y pensar los movimientos sociales transnacionales.*



257

## **Revista Iberoamericana de Educación**

Número 33, Septiembre - Diciembre 2003

### **Monográfico: Los maestros y su formación**

Introducción

Violeta Núñez, *Los nuevos sentidos de la tarea de enseñar. Más allá de la dicotomía 'enseñar vs. asistir'*

César Pérez-Jiménez, *Formación de docentes para la construcción de saberes sociales*

Maria José Ferreira Ruiz, *O papel social do professor: uma contribuição da filosofia da educação e do pensamento freireano à formação do professor*

Gloria E. Edelstein, *Prácticas y residencias: memorias, experiencias, horizontes...*

Cristina Maciel de Oliveira, *La investigación-acción como estrategia de aprendizaje en la formación inicial del profesorado*

María Jesús Gallego Arrufat, *Intervenciones formativas basadas en WWW para guiar el inicio de la práctica profesional de los docentes*

### **Otros temas**

Teresa Rojano, *Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas de México*

### **Documentos**

XIII Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno, "Declaración de Santa Cruz de la Sierra"

Diseño de tapa y control de edición: Jorge Abot  
Diagramación: Florencia Abot Glenz  
Impresión: AGI Artes Gráficas Integradas  
Enero de 2005