

## **Aproximación cuantitativa al análisis y visualización del dominio científico argentino, 1990-2005**

### **Sandra Miguel**

Doctora en Documentación, Programa de Doctorado en Documentación e Información Científica Universidad de Granada, España y Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Tesis doctoral defendida en diciembre de 2008. Miembro del Grupo SCImago, <http://www.scimago.es> Departamento de Bibliotecología. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Correo-e: [sandra@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:sandra@fcnym.unlp.edu.ar)

### **Félix de Moya Anegón**

Doctor en Documentación. Investigador principal del Grupo SCImago - CSIC, CCHS, IPP <http://www.ipp.csic.es/> ; <http://www.scimago.es>, <http://www.atlasofscience.net>, <http://www.scimagojr.com> Director de la tesis Correo-e: [felix@ugr.es](mailto:felix@ugr.es)

## **1. Introducción**

En un sentido amplio, un dominio es una comunidad de discurso vinculada a cualquier ámbito en el que se desarrolla una actividad. Es un conjunto de actores que comparten algo en común, más el entramado de relaciones que se establece entre ellos. En este estudio el concepto es acotado al ámbito de la actividad científica, y por tanto nos referimos a dominios científicos y a comunidades científicas.

En los dominios temáticos, como una disciplina o especialidad científica, los miembros de la comunidad comparten objetivos comunes, un cuerpo de conocimientos especializados, mecanismos de intercomunicación, participación y medios de comunicación establecidos como revistas científicas de la especialidad, un vocabulario especializado, etc. (McCain et al., 2006).

En los dominios científicos geográficos, como es el caso de un país, las comunidades comparten además, y entre otros, un mismo contexto político, social, económico y cultural (Subramanyam, 1983). Ello hace que más allá de la universalidad de las formas fundamentales del pensamiento y prácticas disciplinarias, cada país vaya configurando su propio estilo de

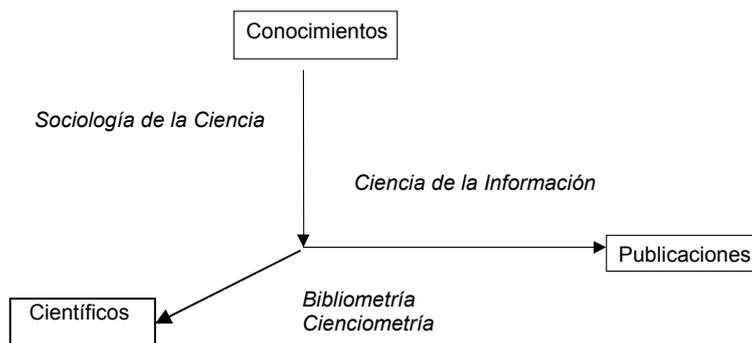
hacer ciencia en función de las peculiaridades de una práctica científica condicionada por el contexto en la que ésta se lleva a cabo (Vessuri, 1995).

El análisis de dominio es considerado un nuevo paradigma de la Ciencia de la Información (CI), que postula que la mejor forma de entender los dominios de conocimiento es analizándolos como comunidades discursivas, puesto que la organización del conocimiento, su estructura, los patrones de cooperación, el lenguaje, los modos de comunicación y los criterios de relevancia de un dominio determinado son un fiel reflejo de esas comunidades y del rol que desempeñan en la sociedad (Hjørland y Albrechtsen, 1995). Entre los aspectos más relevantes de este enfoque se destacan: una visión holística del conocimiento entendido como proceso y producto social y cultural; una concepción y enfoque metodológico social-colectivista, en detrimento del cognitivo-individualista; un intento por comprender las características tanto explícitas como implícitas del comportamiento de información y comunicación, y un análisis centrado en la comunicación científica, las publicaciones, las disciplinas y especialidades, las estructuras de conocimiento y los paradigmas.

La bibliometría / cienciometría es para el análisis de dominio un método y a la vez una herramienta para explorar los patrones de la comunicación científica, y las conexiones entre autores, artículos, revistas, disciplinas, paradigmas, en tanto exponentes de las comunidades de discurso que producen y difunden conocimientos científicos en forma de publicaciones.

Pritchard (1969) definió a la bibliometría como "la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos a los libros y otros medios de comunicación". La cienciometría tuvo su aparición en los países del Este bajo el nombre *naukometriya* (cienciometría) de la mano de Nalivov y Mulchenko, que la definieron como: "la disciplina científica que estudia la estructura y las propiedades de la información científica y las leyes del proceso de comunicación" (Mikhilov et al 1984 citado por Spinak, 1996). En el Oeste, aparece bajo la denominación de ciencia de la ciencia de la mano

de Derek de Solla Price en su clásica obra "*The Big Science and Little Science*" (Price, 1973). En un estudio de revisión sobre el estado del arte de la cienciometría publicado en 1997 en la revista *Scientometrics*, ésta se define como un campo interdisciplinario dedicado al estudio cuantitativo de la ciencia y la tecnología, que incluye el desarrollo de métodos y técnicas para el diseño, construcción y aplicación de indicadores de ciencia y tecnología; el desarrollo de sistemas de información científica y tecnológica; el estudio de las interacciones entre ciencia y tecnología, y el estudio de las estructuras cognitivas y organizacionales de los campos científicos y sus procesos de desarrollo en relación con otros factores sociales (van Raan, 1997). Por su parte, Leydesdorff (1995) muestra que la bibliometría/cienciometría está estrechamente vinculada a la Ciencia de la Información y a la Sociología de la Ciencia.



**Fuente: Spinak, 2001 (traducido de Leydesdorff, 1995)**

## **2. El dominio científico argentino**

El dominio científico argentino es entendido aquí como el conjunto de actores, insumos, productos y servicios del país dedicados a la generación y difusión del conocimiento científico, más todas sus interrelaciones.

### **2.1. El proceso de institucionalización de la actividad científica argentina (desde mediados del siglo XIX hasta la actualidad)**

Hasta la primera mitad del siglo XX las actividades científicas en Argentina estuvieron polarizadas alrededor de grandes centros científicos representados por universidades, museos, observatorios, la Academia de Ciencias de Córdoba y la Sociedad Científica Argentina. En esos ámbitos surgieron los primeros científicos reconocibles como tales, que hicieron posible que la ciencia argentina alcanzara décadas más tarde un importante grado de madurez y reconocimiento internacional (Babini, 1949). Ejemplos emblemáticos de ese reconocimiento lo constituyen el Premio Nobel en Medicina y Fisiología otorgado a Bernardo Houssay en 1947, y el de Química, a Luis Leloir en 1970.

En cuanto a las universidades, que constituyen hoy uno de los sectores más prolíficos de la ciencia del país, surgieron salvo por algunas excepciones, con un perfil profesionalista basado en el modelo napoleónico. Las excepciones tuvieron que ver principalmente con una necesidad de cambio en el estilo de trabajo científico y cultural, y estuvieron plasmadas

en el establecimiento de algunos institutos específicamente dedicados a la investigación. En éstos y en dos grandes universidades hubo una fuerte influencia del modelo humboltiano. La Universidad Nacional de La Plata fue espina dorsal del proyecto para el desarrollo de las ciencias exactas, físicas y naturales (Vessuri, 1995), y la Universidad de Buenos Aires uno de los espacios pioneros de la institucionalización de las ciencias biomédicas (Kreimer y Ugartemendía, 2007).

La base de la organización racional de la ciencia en Argentina estuvo centrada en los primeros tiempos en el cultivo de los estudios en estas ciencias, a la que se sumó luego un creciente interés por la investigación en salud pública y en agricultura (Babini, 1949). Más tarde comenzó una diversificación en las demandas e intereses tanto de formación como de investigación.

En materia de relaciones internacionales hubo desde los comienzos una fuerte vinculación con Europa, y en especial con Francia, Alemania, España e Italia; fundamentalmente, porque la ciencia argentina estuvo desde sus orígenes impulsada por expatriados europeos en una primera instancia, y por la influencia del gran aluvión inmigratorio un tiempo después.

Para algunos autores, sin embargo, el verdadero proceso de institucionalización de la ciencia en la Argentina, y la instauración de las primeras políticas científicas tuvieron lugar recién después de la Segunda Guerra Mundial, en la misma época que en la mayoría de los países de la región latinoamericana (Vessuri, 1987). Este proceso comenzó con la creación de organismos públicos dedicados a la actividad científica y tecnológica, como la Comisión Nacional de Energía Atómica –CNEA-, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria –INTA-, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial –INTI- y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET-. La creación de estas instituciones tuvo que ver fundamentalmente con una necesidad impuesta por el modelo económico. La industrialización por sustitución de importaciones demandaba

urgentemente fortalecer la investigación aplicada para el desarrollo tecnológico, en momentos en que el sistema universitario estaba más dedicado a la investigación básica.

Diez años más tarde, se creaba el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONACYT- como organismo encargado de formular, promover y coordinar la política de estado en materia de ciencia y tecnología; posteriormente fue reemplazado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología, con funciones similares a las que le habían sido conferidas a ese organismo. Ambos constituyen los antecedentes más directos de lo que hoy es el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.

La década de 1970 se corresponde, sin embargo, con los peores años de la dictadura militar y con el mayor vaciamiento de las universidades y de otros organismos de investigación del país. En la década de 1980 la investigación científica fue nuevamente valorizada y considerada una función esencial de la universidad. Se procuró apoyarla a través del impulso de mayores dedicaciones para los docentes y de un conjunto de becas y subsidios para la formación de jóvenes científicos. Con ese propósito se crearon, además, Secretarías de Ciencia y Técnica en la mayor parte de las casas de estudios, entre otras medidas de reformas educativas (Buchbinder, 2005).

En los años noventa, y en el marco de profundas transformaciones del Estado, se fue conformando lo que hoy constituye la estructura institucional científica y tecnológica del país. Se crearon nuevos organismos y se redefinieron los roles de otros.

Actualmente, la estructura institucional científica y tecnológica argentina está constituida por órganos políticos de asesoramiento, planificación, articulación, ejecución y evaluación, por una parte, y por instituciones que realizan actividades sustantivas vinculadas al desarrollo científico, tecnológico, innovador, de vinculación, financiamiento, formación y perfeccionamiento de recursos humanos, por otra. Los órganos de

decisión política, así como las entidades encargadas de promover y coordinar las actividades se concentran en el Poder Ejecutivo Nacional, así como en algunos gobiernos provinciales. A nivel nacional el organismo de mayor jerarquía en materia de ciencia y tecnología es el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) -. También cumplen un rol central en el sistema la AGENCIA y el CONICET. El resto de las entidades, encargadas de la ejecución, son las universidades públicas (UnivPu) y privadas (UnivPr), los organismos públicos de investigación (OPI), las empresas (EMP) y las entidades sin fines de lucro (ESFL).

## **2.2. El contexto socioeconómico argentino en el período 1990-2005**

En primer lugar, cabe mencionar que hasta comienzos de la década de 1980 hubo en el país una sucesión de gobiernos democráticos y de facto, que actuaron como escenario de los procesos de institucionalización de las actividades científicas y tecnológicas, y de la instauración de las políticas públicas en esta materia. Recién desde 1983 puede decirse que comenzara un verdadero proceso de reconstrucción institucional, social, económica, política, educativa, científica y cultural.

Sin embargo, desde la perspectiva económica estos años no tuvieron buen rendimiento, y hacia fines de la década se desencadenó un proceso hiperinflacionario que parecía no tener freno, en medio de un clima de conflictos y de gran descontento social. Por ese entonces, el discurso, fuertemente apoyado por los medios de comunicación masiva, atribuía el deterioro de la situación económica y las carencias presupuestarias al excesivo gasto del Estado y al déficit generado por las cuentas públicas (Buchbinder, 2005). Este fenómeno no solo aceleró el fin del mandato del entonces presidente constitucional Raúl Alfonsín, y la asunción adelantada del nuevo presidente electo, Carlos Menem, sino también hizo que la nueva administración adoptara un conjunto de medidas de reformas estructurales orientadas al mercado, que fueron las que marcaron el desempeño socioeconómico y político durante toda la década de 1990 (Benedetti, 2003). De entre las medidas adoptadas cabe mencionar especialmente la

llamada Ley de Convertibilidad –promulgada en marzo de 1991- que estableció una paridad fija del peso con el dólar estadounidense.

Si bien es cierto que en los primeros años de implementación, las medidas lograron poner en marcha nuevamente la economía, frenar la inflación, pacificar el país y generar credibilidad externa, también lo es que la expansión de la economía a nivel macroeconómico no es suficiente para garantizar el desarrollo, y más aún con una economía vulnerable a los mercados externos y con un acelerado incremento de la deuda externa.

A partir del tercer trimestre de 1998 la economía argentina entró en lo que parecía un interminable proceso de recesión. Hacia 2001 se produjo una corrida bancaria y fuga de capitales que llevó al país a la más grave crisis socioeconómica de su historia (Coiteux, 2003). Este hecho produjo que meses más tarde se abandonara el régimen de convertibilidad con la consecuente depreciación externa de la moneda nacional.

Desde 2002 comenzó un proceso de normalización, con tendencias hacia la recuperación de muchos sectores, que con motivo de la recesión y de la crisis habían quedado prácticamente destruidos. La economía argentina empezó a crecer a un ritmo acelerado. De 2002 a 2007 registró una tasa de crecimiento anual promedio cercano al 8%.

Ello, sumado a un contexto internacional favorable, dio al país una ventana de oportunidad cuyo aprovechamiento e impacto se podrán evaluar recién en los años venideros.

### **2.3. Las políticas públicas en materia de ciencia y tecnología en Argentina. Desde los noventa hasta la actualidad**

En la década del noventa, y como parte de las profundas reformas del Estado, también hubo medidas orientadas al sector universitario y científico. La búsqueda de la eficiencia y de la calidad fueron los motores que guiaron las decisiones políticas para ambos sectores. Se pusieron en marcha muchos programas financiados con créditos externos, y el Estado adoptó el rol de evaluador, ejerciendo control sobre las instituciones.

Una medida emblemática fue la creación, en 1993, del Programa de Incentivos a los Docentes de las Universidades Nacionales, con el objeto de fortalecer la estructura de la profesión académica e incrementar la actividad investigadora de los docentes de las instituciones públicas de educación superior, mediante un incremento de la dedicación y un plus salarial para la tarea de investigación. El Programa partía de la constatación de que menos del 15% de los docentes universitarios participaban en actividades de investigación científica y tecnológica, y era necesario adoptar alguna medida de incentivo o recompensa.

Hacia 1996 se desarrollaron las bases para la discusión de una política nacional en ciencia y tecnología. De entre los elementos de diagnóstico sobre el sector que surgieron de esta discusión se encuentran: insuficientes recursos públicos, muy limitada participación del sector privado, desequilibrios en las asignaciones presupuestarias, notable falta de coordinación entre los organismos públicos de ciencia y tecnología, ausencia de prioridades, desniveles de desarrollo entre diferentes áreas del conocimiento, aumento en la edad promedio de la población de investigadores, muy escaso avance en muchas especialidades científicas, especialmente las de mayor dinamismo a nivel mundial, disminución relativa en el número de alumnos que cursan carreras de ciencias básicas y tecnológicas, escaso desarrollo de los cursos de maestrías y doctorados en ciencias básicas y tecnológicas, escasa vinculación de las actividades de las instituciones científicas con los requerimientos de las empresas, y falta de mecanismos de evaluación de la calidad.

A todo ello se suma que durante la década de 1990 hubo un fuerte incremento de la emigración de científicos, en la búsqueda de mejores posibilidades de desarrollo profesional y personal (Del Bono, 2003).

Hacia 1997 y 1998 comenzó un proceso de reestructuración del sistema orientado a contar con mayores recursos presupuestarios; formular planes, programas y definir prioridades; reequilibrar el gasto y la inversión

pública en el sector; establecer sistemas abiertos, competitivos y transparentes de asignación de recursos con base en el principio de la calidad; hacer transparentes las decisiones por medio de la difusión de los actos de la gestión; profundizar la democratización del sector mediante mecanismos de participación de la comunidad científica y de instituciones representativas de la voluntad popular; modificar el perfil generacional del personal científico y tecnológico del país, facilitando la incorporación de jóvenes graduados, fomentando el interés en las ciencias y la tecnología en el sistema educativo, fortaleciendo las actividades de postgrado en las universidades e impulsando las becas de formación en el país y en el exterior.

En este marco, y a partir de 1998 se empezaron a elaborar Planes Nacionales de Ciencia y Tecnología como instrumentos de ordenamiento, articulación y programación de los esfuerzos del sector, hasta el último en vigencia que corresponde al Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2006-2010.

En el año 2001 fue sancionada la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación (Ley 25.467), que es la que actualmente regula el sistema. El objeto de esta norma fue establecer, por primera vez en la historia de las políticas nacionales de ciencia y tecnología del país, un marco general que structure, impulse y promueva las actividades de ciencia, tecnología e innovación, con el fin de contribuir a incrementar el patrimonio cultural, educativo, social y económico de la nación.

Mediante esta ley se creó el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del país; se establecieron los objetivos de la política científica y tecnológica nacional y las responsabilidades del Estado Nacional en esta materia. También, se definió la estructura del sistema y los aspectos concernientes a la planificación, financiamiento y evaluación de las actividades científicas y tecnológicas que se desarrollan en todo el territorio nacional.

La Ley confiere al Estado Nacional, como responsabilidades indelegables, a) generar las condiciones para la producción de los conocimientos científicos, así como los tecnológicos apropiables por la sociedad argentina; b) financiar la parte sustantiva de la actividad de creación de conocimiento conforme con criterios de excelencia; c) orientar la investigación científica y el desarrollo tecnológico; d) promover la formación y el empleo de los científicos/as y tecnólogos/as y la adecuada utilización de la infraestructura física disponible; e) establecer el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, sus prioridades y programas, y f) fomentar la radicación de científicos y tecnólogos en las distintas regiones del país.

Muy poco de lo establecido en esta ley cobró forma hasta luego de pasada la crisis. Hacia el año 2003 comenzó nuevamente un proceso de reconstrucción, con un Plan Nacional que además de lo especificado en la citada norma planteaba la necesidad de poner en marcha acciones tendientes a: frenar el proceso migratorio y propiciar la renovación generacional de los recursos humanos; reforzar el papel de la demanda científica y tecnológica, identificando problemas y necesidades reales, fomentando la transferencia de resultados a la sociedad e impulsando la innovación tecnológica en el sector productivo nacional; complementar la estrategia tradicional de promoción por disciplinas, con otra modalidad cuyo principal eje son los problemas y oportunidades existentes en la sociedad y en el medio productivo; propiciar la conformación de redes del conocimiento, la cooperación y asociatividad de recursos y capacidades entre instituciones de ciencia y tecnología, empresas y gobierno.

En cuanto a la definición de prioridades temáticas, un trabajo de diagnóstico encomendado por la SECTIP, y realizado por comisiones integradas por expertos de los diferentes campos del conocimiento, arrojó que de un total de 431 líneas de investigación el 82% eran áreas de vacancia. Del resto, el 17% tenían un nivel de desarrollo intermedio y solo el 1% un alto nivel de desarrollo. Con mejor nivel de desarrollo aparecen disciplinas de las ciencias exactas y naturales como la física, la química, la

astronomía, y algunas líneas de geociencias; con menor desarrollo aparecen las disciplinas de las ciencias biológicas y de la salud, las ciencias agrarias, las ingenierías, y las ciencias sociales y humanidades (SECTIP, 1999).

Otra cuestión que se plantea en el citado diagnóstico es la dificultad para realizar análisis temáticos comparativos, por la diversidad de esquemas de clasificación y la falta de datos agrupados por temas, además de la carencia de cifras internacionales que permitan relevar las fortalezas o debilidades relativas a la investigación realizada en Argentina en las distintas disciplinas respecto del mundo o de otros países.

Si bien estos datos son muy generales dan una idea aproximada del diagnóstico de situación en este aspecto, así como de las líneas y estrategias establecidas en las políticas, que esperamos ampliar e incrementar con los resultados de esta investigación.

En materia de cooperación científica, su importancia estratégica aparece mencionada en los planes nacionales, que también incluyen las acciones iniciadas por el gobierno para el fortalecimiento de los acuerdos bilaterales y multilaterales con Alemania, Francia, España, Estados Unidos, Italia, Israel, Canadá, los países de Europa del Este, de Asia, África y Medio Oriente (Corea, China, etc.); y el fomento a la cooperación con los países del MERCOSUR y con otros países de América Latina y el Caribe.

### 3. Justificación del estudio y objetivos

En los años que abarca este estudio hubo en el país importantes transformaciones en materia de ciencia y tecnología, tanto en lo referente al ordenamiento institucional como al establecimiento de políticas públicas. El período también coincide con un contexto político, social y económico de muchas fluctuaciones que llevaron al país a la peor crisis socioeconómica de su historia, y que sin duda alguna tuvieron importantes repercusiones sobre su sistema científico. Hubo también un fuerte impulso de las actividades de evaluación como herramienta de búsqueda de la eficiencia y de la calidad en casi todos los ámbitos del sector público, incluidos el sistema universitario y científico. Posiblemente, como una consecuencia de ello, Argentina ha logrado reunir una importante cantidad de datos sobre el sistema científico, y cuenta hoy con cierto conocimiento sobre su situación. Sin embargo, este conocimiento se limita casi exclusivamente a aspectos relativos a la inversión y los recursos humanos dedicados a la actividad, y se carece casi por completo de información confiable sobre los resultados e impacto que dicha inversión produce.

Por otra parte, en el marco de la legislación vigente, el Estado Nacional tiene la obligación de realizar un seguimiento permanente de la actividad científica y tecnológica con la finalidad de valorar la calidad del trabajo de los científicos y tecnólogos, asignar los recursos destinados a la ciencia y la tecnología y estimar la vinculación de estas actividades con los objetivos sociales. En este sentido, resultan contundentes las palabras que en 2005 expresara el Ing. Tulio del Bono (en ese entonces Secretario de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación), en el discurso de inauguración del Taller "Evaluación de Resultados e Impacto de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación", realizado en la ciudad de Buenos Aires a fines del citado año: *"... la explicación y justificación al sector público político y a la sociedad acerca de la necesidad de una inversión financiera significativa en ciencia y tecnología no resultan viables esgrimiendo explicaciones del tipo: denme más porque la inversión en ciencia va a generar bienestar para la sociedad y para los científicos (...)* resulta

*necesario recurrir a explicaciones racionales para fundamentar nuestras peticiones...” (SECTIP, 2005).*

En este contexto, esta investigación tiene como principales objetivos profundizar e incrementar el conocimiento existente acerca del dominio científico argentino, valorando e interpretando su situación y evolución en el contexto regional e internacional, y aportando un conjunto de indicadores que contribuyan tanto a describir como a explicar el desarrollo de la actividad científica del país en el período 1990-2005, con especial énfasis sobre los resultados. Como objetivos particulares nos proponemos:

1. Situar e interpretar la situación del dominio científico argentino en el contexto regional e internacional en el período 1990-2005.
2. Interpretar los principales efectos que sobre el sistema científico tuvo la crisis socioeconómica argentina de 2001.
3. Analizar el impacto que sobre la producción del sistema universitario público tuvo la creación del Programa de Incentivos a la Investigación para los Docentes de las Universidades Nacionales.
4. Caracterizar el perfil y fortalezas temáticas de la ciencia argentina.
5. Analizar la composición y perfil de los sectores e instituciones que conforman el dominio.
6. Identificar los patrones de colaboración intersectorial, nacional e internacional

#### **4. Metodología**

Para alcanzar estos objetivos analizamos el dominio desde tres dimensiones: la dimensión socioeconómica, la dimensión cuantitativa y cualitativa de la producción científica, y la dimensión estructural y de redes, y aportamos un conjunto de indicadores bibliométricos/cienciométricos relativos a la inversión, recursos humanos, producción, rendimiento, especialización, visibilidad, excelencia y colaboración, tanto desde una perspectiva global como por agregados específicos: temático, sectorial e institucional.

**IV ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORES (I ESCUELA DOCTORAL IBEROAMERICANA)  
DE ESTUDIOS SOCIALES Y POLÍTICOS SOBRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
Caracas, 21-24 de abril de 2009**

Las principales fuentes de datos utilizadas para este estudio son la serie Indicadores de Ciencia y Tecnología Argentina, del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación Argentina; las bases de datos del Web of Science (WoS) del Institute for Scientific Information (ISI) y los Journal Citation Report (JCR), también del ISI. Asimismo, y con fines de comparación se consultaron informes estadísticos e indicadores de la RICYT, OCDE, UNESCO, EUROSTAT, SCImago, etc.

**Listado de indicadores**

<b>Indicadores de la dimensión socioeconómica</b>	
<i><b>Inversión</b></i>	
<b>GI+D ; % GI+D</b>	Gasto y porcentaje del gasto en investigación y desarrollo
<b>% GI+D / PBI</b>	Gasto en investigación y desarrollo en relación con el Producto Bruto Interno, expresado porcentaje
<i><b>Recursos humanos</b></i>	
<b>Inv ; % Inv</b>	Número y porcentaje de investigadores equivalente a jornada completa (EJC) dedicados a las actividades de investigación y desarrollo
<b>Bec ; % Bec</b>	Número y porcentaje de becarios de investigación equivalente a jornada completa (EJC) dedicados a las actividades de investigación y desarrollo
<b>Inv+Bec x 1000 hab PEA</b>	Número de investigadores y becarios por cada 1000 habitantes de la Población Económicamente Activa (PEA)

**IV ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORES (I ESCUELA DOCTORAL IBEROAMERICANA)  
DE ESTUDIOS SOCIALES Y POLÍTICOS SOBRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
Caracas, 21-24 de abril de 2009**

<b>Indicadores de la dimensión cuantitativa y cualitativa de la producción científica</b>	
<i><b>Producción</b></i>	
<b>Ndoc ; % Ndoc</b>	Número de documentos y Porcentaje de documentos
<b>Ndocc ; % Ndocc</b>	Número de artículos y porcentaje de artículos
<i><b>Rendimiento</b></i>	
<b>IProd</b>	Índice de productividad
<b>IEfic</b>	Índice de eficiencia
<i><b>Especialización</b></i>	
<b>IET</b>	Índice de especialización temática
<b>IER</b>	Índice de especialización relativo
<i><b>Visibilidad</b></i>	
<b>FINP</b>	Factor de impacto normalizado ponderado
<b>FIR</b>	Factor de impacto relativo
<b>h ; hm</b>	Índice h e Índice hm
<i><b>Excelencia</b></i>	
<b>IER-FIR</b>	Índice de especialización relativo versus el factor de impacto relativo
<b>Indicadores de la dimensión estructural y de redes</b>	
<i><b>Colaboración científica</b></i>	
<b>ICoAut</b>	Índice de coautoría
<b>TCI</b>	Tasa de colaboración internacional
<b>TCN</b>	Tasa de colaboración nacional
<b>TCS</b>	Tasa de colaboración intersectorial
<b>TSC</b>	Tasa sin colaboración
<b>TCA</b>	Tasa de colaboración asimétrica
<b>FIR-Col</b>	Factor de impacto relativo según tipo de colaboración
<b>Indicadores para el análisis temporal en todas las dimensiones</b>	
<b>TV</b>	Tasa de variación (anual o quinquenal)
<b>TVAP</b>	Tasa de variación anual promedio
<b>Análisis multivariado y de redes sociales</b>	
Escalamiento multidimensional (MDS) y Análisis de cluster	
Análisis de redes sociales	

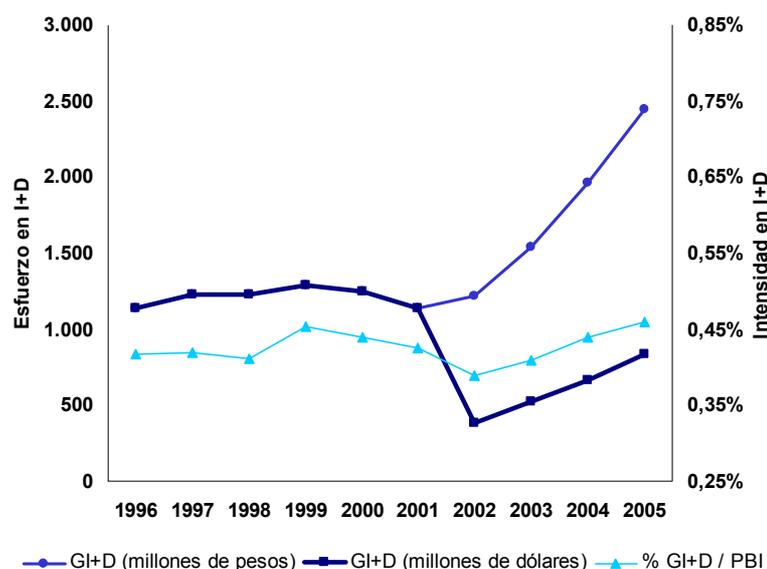
## **6. Resultados**

### **El dominio científico argentino**

La inversión en I+D en Argentina es escasa (nunca superó el 0.5% de su PBI) – **Fig. 1-**. La mayor proporción de esa inversión procede del sector público (72%), especialmente del sector universitario y gubernamental, aunque en los últimos años se observa una tendencia incremento de la participación del sector privado (**Fig. 2**).

El volumen de la producción en todo el período es de unos 67.305 documentos, y se observa una tendencia general de crecimiento tanto de la producción (**Fig. 3**) como de la tasa de colaboración internacional (TCI), cuyo valor promedio fue de 33%, en detrimento de la tasa de colaboración exclusiva (TSC) – **Fig. 4-**.

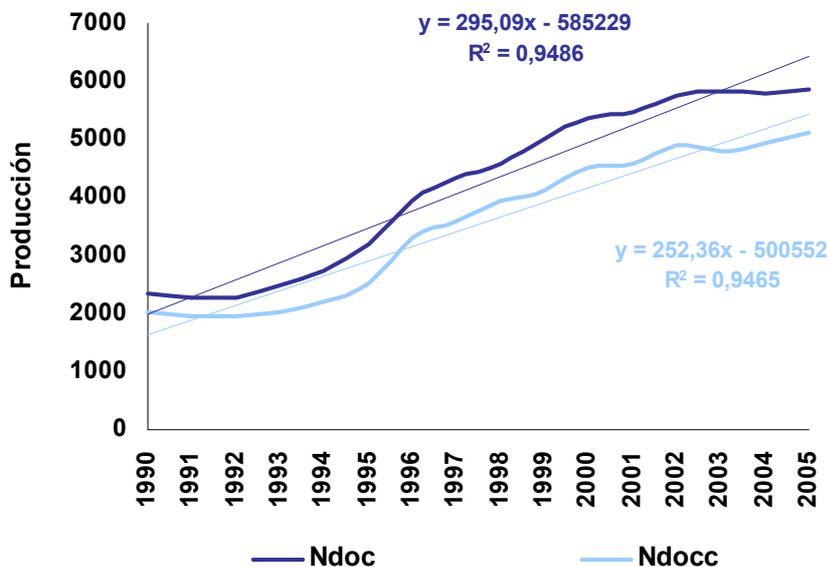
**Fig. 1 Evolución del esfuerzo e intensidad en I+D, Argentina, 1996-2005**



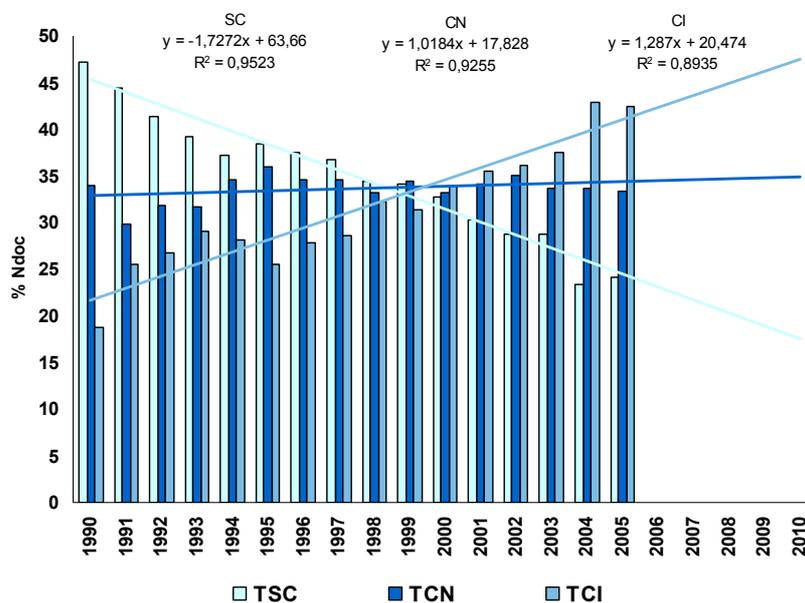
**Fig. 2 Distribución de la inversión en I+D por sector de financiamiento, Argentina, 2002 y 2004**



**Fig. 3 Evolución de la producción, 1990-2005**



**Fig. 4. Evolución de la colaboración, 1990-2005**

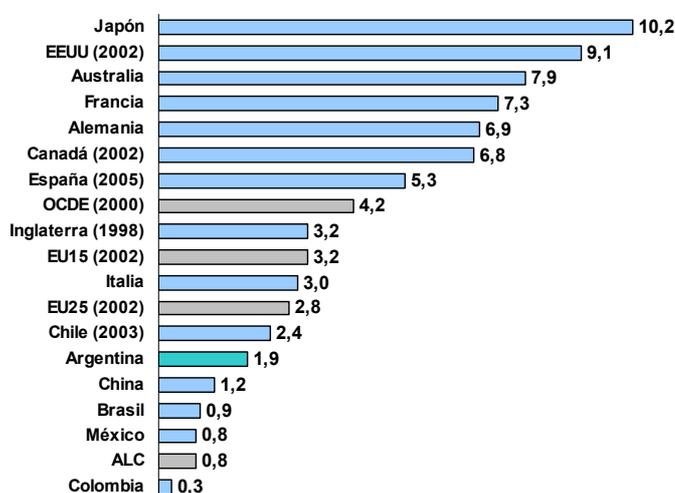


### Argentina en el contexto de los países de la región latinoamericana

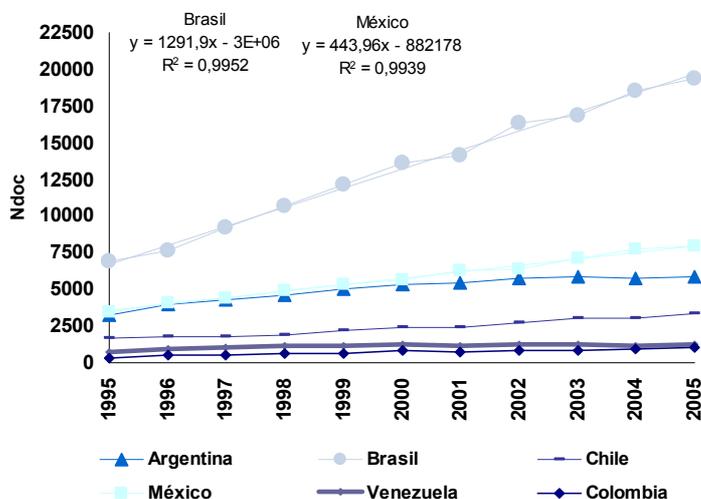
El esfuerzo económico en I+D en Argentina es inferior al de Brasil, México y Chile. Brasil es el único país de la región latinoamericana que ha alcanzado una inversión relativa cercana al 1% de su PBI.

Argentina muestra una fortaleza relativa en términos de investigadores por cada 1000 habitantes de la PEA, con un índice de 1.9, muy superior a la media de ALC y más elevado que Brasil y México (**Fig. 5**), Sin embargo, su producción científica es inferior a la de éstos dos países, pudiendo observar además la pérdida de posición de Argentina respecto de México con motivo de la desaceleración de los ritmos de crecimiento de su producción a comienzos de esta década (**Fig. 6**).

**Fig. 5 Investigadores por cada 1000 habitantes de la PEA en países seleccionados, 2004**



**Fig. 6 Evolución de la producción de países latinoamericanos más representativos, 1995-2005**

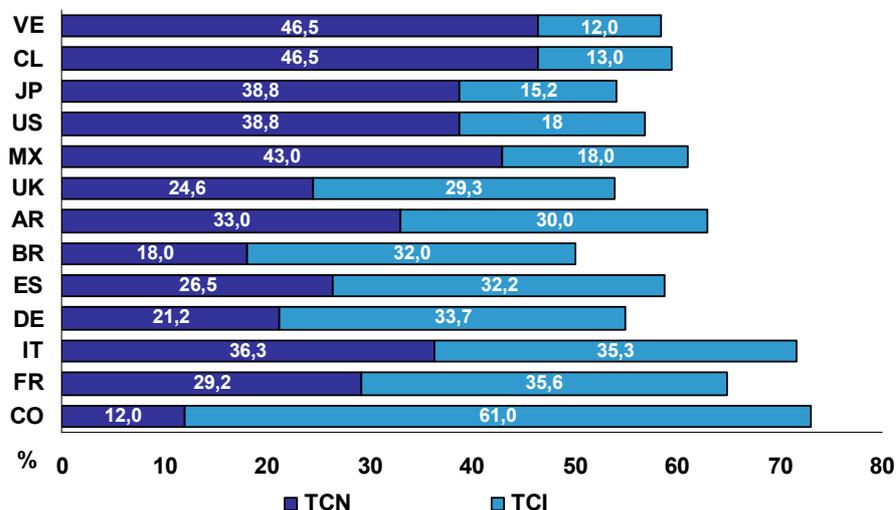


También su índice de productividad es más bajo que la de éstos dos países. Se estima que ello se debe principalmente a que la cifra oficial de cantidad de investigadores del país está sobredimensionada. Si se ajustaran estas cifras, Argentina lograría ser más productiva, y se podría mostrar el verdadero esfuerzo que están haciendo los investigadores del país.

La tasa de colaboración internacional de Argentina es superior a la de Brasil y México (**Fig. 7**). Además, mientras estos dos últimos países muestran tendencias de decrecimiento de la TCI, Argentina registra tendencias alcistas.

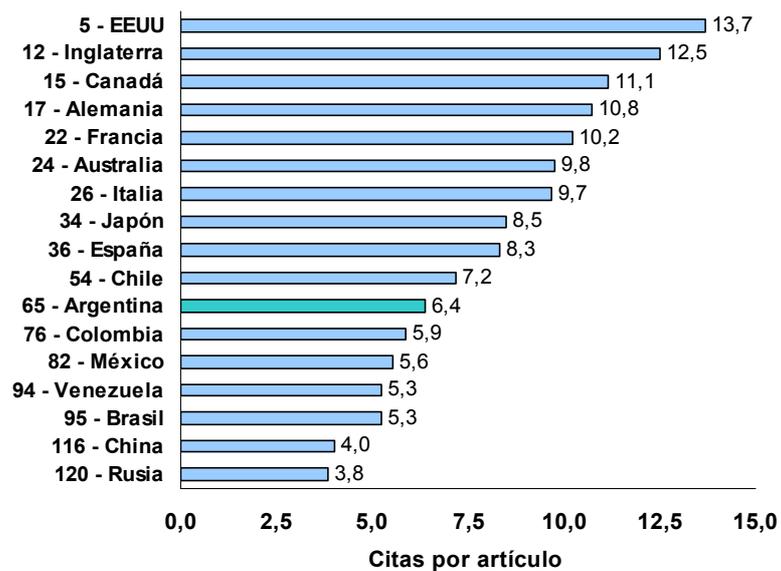
Por otra parte, la media de citas por documento en Argentina es más elevada que la de Brasil, México, Venezuela y Colombia (**Fig. 8**), y tiene un mayor porcentaje de documentos citados que no citados respecto de estos países, lo que sería un indicador de mayor influencia de sus contribuciones.

**Fig. 7 Tasas de colaboración nacional (TCN) e internacional (TCI) en países seleccionados, 1995-2000**



**Fig. 8 Citas por artículo en países seleccionados, 1997-2007**

IV ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORES (I ESCUELA DOCTORAL IBEROAMERICANA)  
DE ESTUDIOS SOCIALES Y POLÍTICOS SOBRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
Caracas, 21-24 de abril de 2009

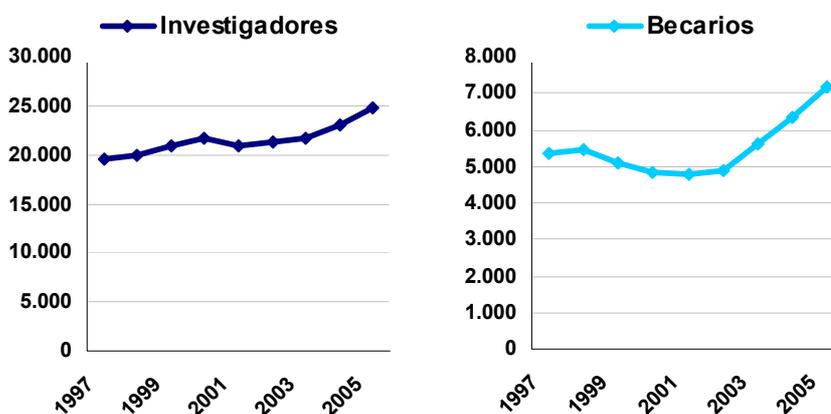


## Repercusiones de la crisis socioeconómica de 2001

Entre las principales repercusiones de la crisis socioeconómica de 2001 en el sector científico se encuentran: una abrupta caída de la inversión, que medida en dólares significó una reducción del orden del 67% (**Fig. 1**); un estancamiento y retracción de recursos humanos (**Fig. 9**), motivado principalmente por la emigración de científicos, el congelamiento de vacantes y la reducción de la oferta de becas de los años previos a la crisis.

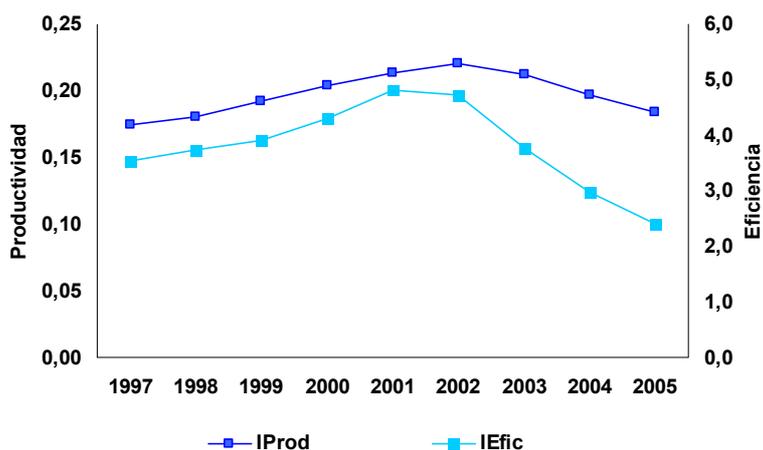
Luego de la crisis se observa una marcada recuperación de inversión y de los recursos humanos; aunque no fue suficiente para sostener el ritmo de crecimiento de la producción (**Fig. 3**), los niveles de productividad y de eficiencia (**Fig. 10**), la tasa de publicaciones en revistas extranjeras (**Fig. 11**), las coautorías internacionales (**Fig. 12**), y la visibilidad, cuyo punto de inflexión se da en 2003 (**Fig. 13**).

**Fig. 9. Evolución de investigadores y becarios EJC, Argentina, 1997-2005**

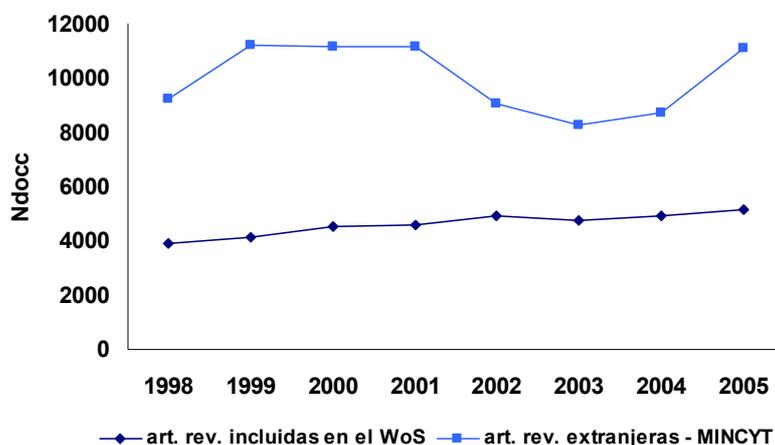


**Fig. 10 Evolución de la productividad y eficiencia en Argentina, 1997-2005**

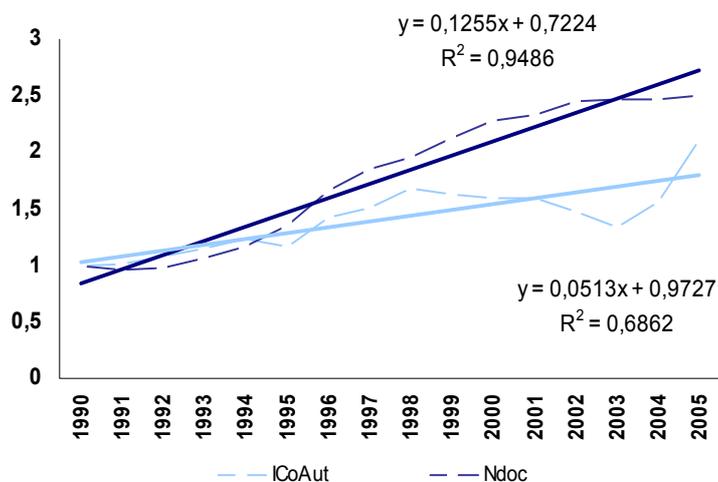
IV ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORES (I ESCUELA DOCTORAL IBEROAMERICANA)  
DE ESTUDIOS SOCIALES Y POLÍTICOS SOBRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA  
Caracas, 21-24 de abril de 2009



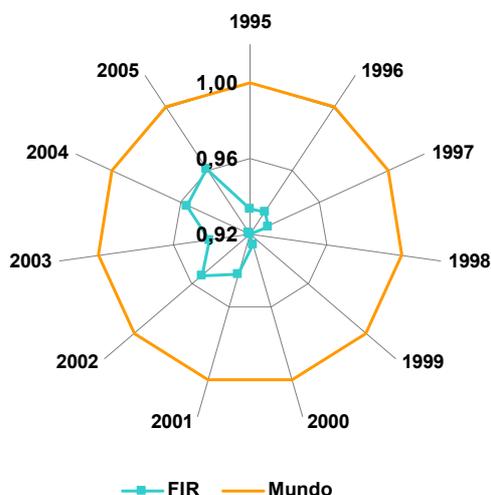
**Fig. 11 Evolución de la producción de artículos en revistas extranjeras e incluidos en el WoS, 1998-2005**



**Fig. 12 Evolución del índice de coautoría (ICoAut), 1990-2005 (1990 = 1)**



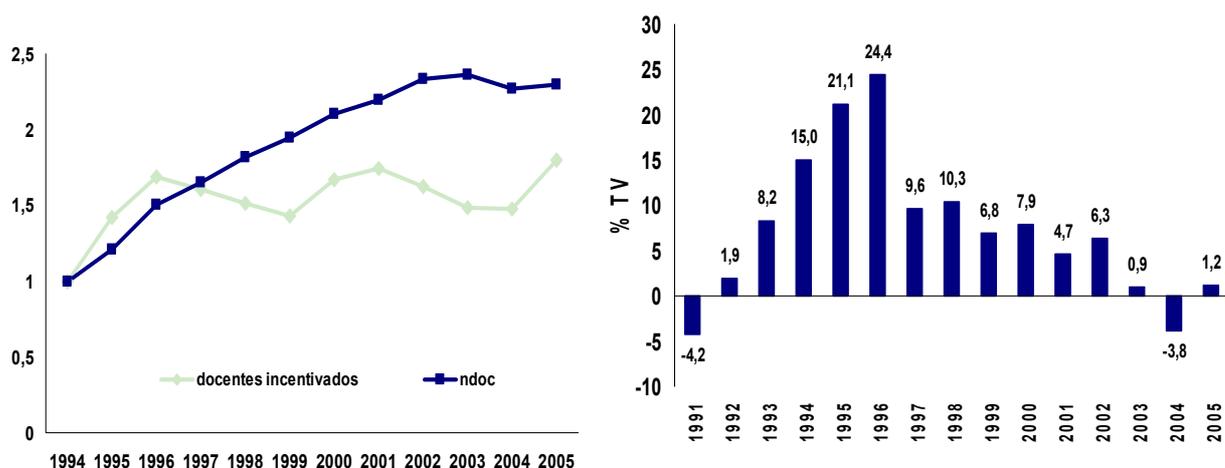
**Fig. 11 Impacto relativo de la producción científica argentina respecto del mundo, 1995-2005**



**Impacto de los incentivos a la investigación para los docentes de las UUNN sobre la producción científica del sector**

Se evidencia un marcado incremento de docentes con dedicación a la investigación en los primeros años de implementación del programa. Asimismo, se observa un incremento de la producción, con alzas marcadas en los primeros años de implementación del programa (**Fig. 12**).

**Fig. 12 Evolución de la producción (ndoc) y de los docentes incentivados de las UUNN, 1994-2005 (1994 = 1)**



**Perfil y fortalezas temáticas de la ciencia argentina**

Argentina mantiene la tradición científica en ciencias exactas y naturales y en ciencias médicas, que representan un 64% y 34% de su producción con visibilidad internacional. No obstante, las fortalezas temáticas del país respecto del mundo en términos de especialización y visibilidad están en física, química, y en las disciplinas y tecnologías vinculadas con las actividades agrícola-ganaderas (**Fig. 15**), en detrimento de la biomedicina que es fortaleza de EEUU y Europa.

### **Sectores e instituciones**

A nivel sectorial encontramos una desproporción entre la asignación de recursos y la producción (**Fig. 16**). El sector universitario público aporta el 74% de la producción con un 23% de la inversión y el 45% de los recursos humanos del sistema. El sector OPI tiene una inversión relativa del 26% y un 38% de los recursos humanos, pero sus contribuciones científicas internacionales apenas representan un 15% del total. El sector empresarial, con más inversión relativa (28%) y un 12% de RRHH tiene un aporte menor al 1%. Las instituciones del sector sanitario representan el 53% del total, y aportan un 15% de la producción. Lamentablemente se desconoce con que recursos cuenta este sector, aunque si podemos inferir que el mayor porcentaje de éstos provienen del sector público.

Por otra parte, el 80% de la producción científica del país procede de menos del 1% de las instituciones. Las cinco instituciones más prolíficas son el CONICET, la Universidad de Buenos Aires, la Universidad Nacional de La Plata, la Universidad Nacional de Córdoba y la Comisión Nacional de Energía Atómica.

### **Colaboración científica**

Hay una modesta vinculación entre los sectores empresarial, universitario y gubernamental. Se evidencia una fuerte relación entre el CONICET y el sector universitario público (**Fig. 17**). El 30% de la producción se realizó en colaboración entre estos dos sectores; pero

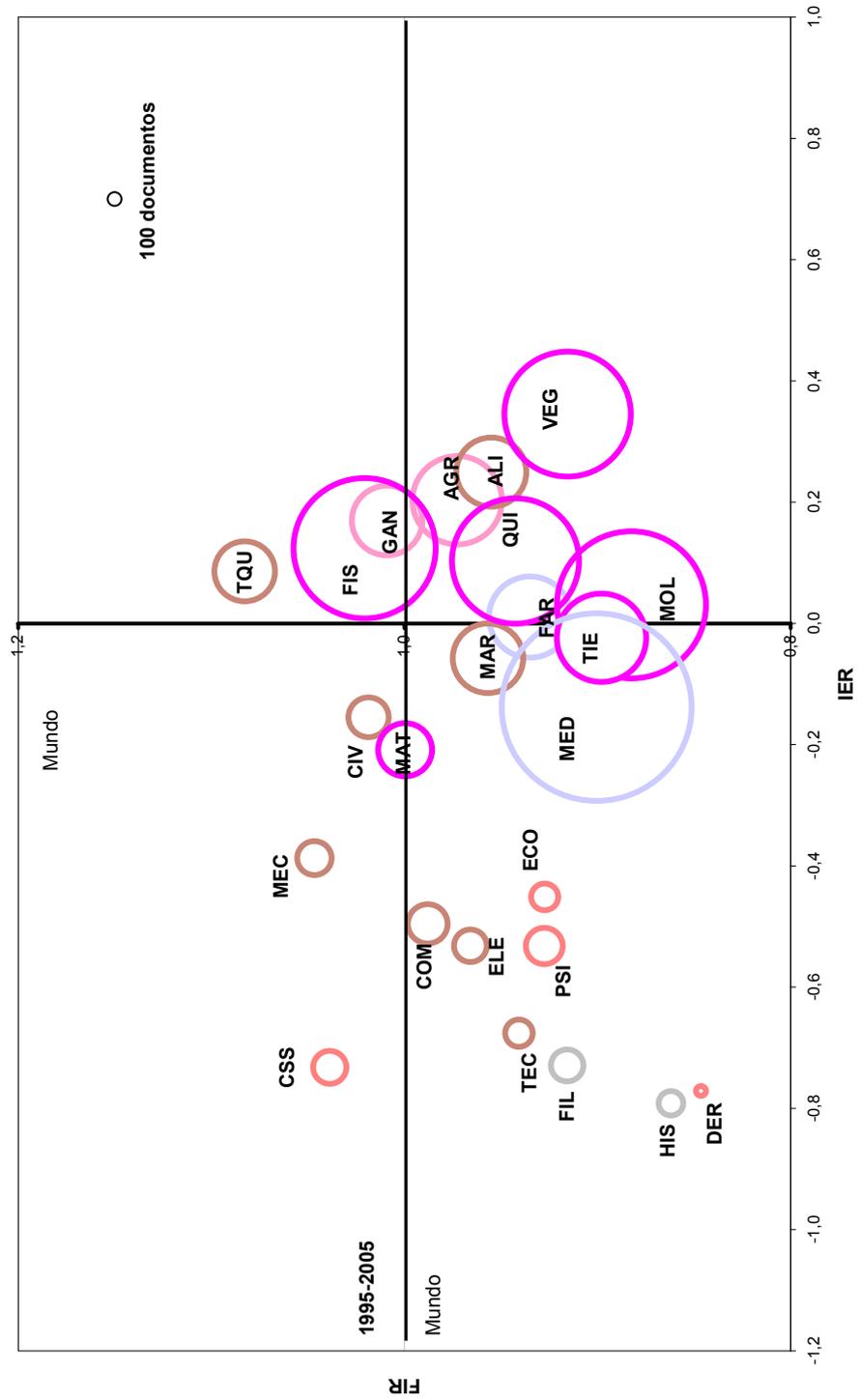
mientras las universidades tuvieron un 43% de su producción sin el CONICET, éste aportó solo un 6% de sus contribuciones sin este sector.

La tasa de colaboración nacional es de un 34%. Hemos encontrado relaciones de cooperación entre instituciones del país que trabajan en temáticas afines.

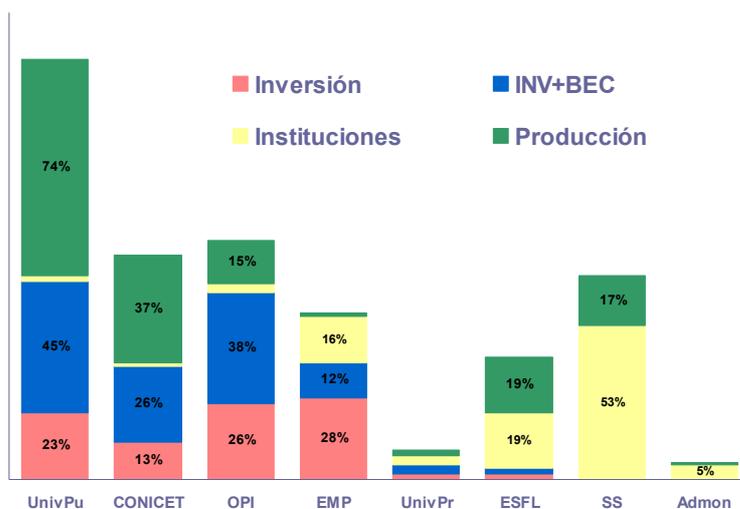
En cuanto a la colaboración internacional la mayor cooperación se da con EEUU y Europa; aunque se evidencia un crecimiento de la colaboración con países del MERCOSUR (especialmente Brasil) y otros de la región de AL, en especial con México y Chile (**Fig. 18**).

Por otra parte, hay tendencia general a alcanzar mayor visibilidad en contribuciones realizadas en colaboración con autores extranjeros, que a su vez aumenta cuanto mayor es el número de países de procedencia de esos autores (**Fig. 19**).

Fig. 15 Fortalezas científicas de Argentina por clases temáticas (IER y FIR), 1995-2005



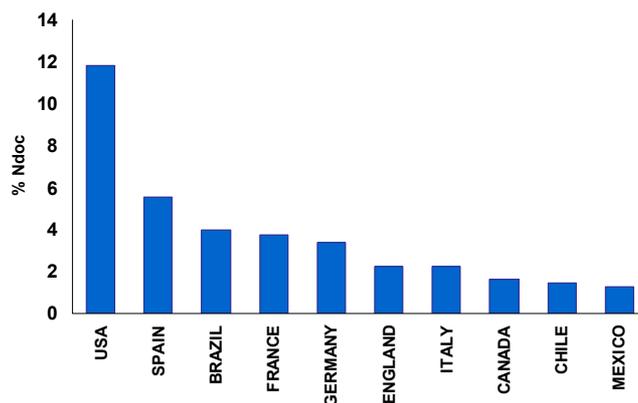
**Fig. 16 Relación entre recursos y resultados por sector de ejecución**



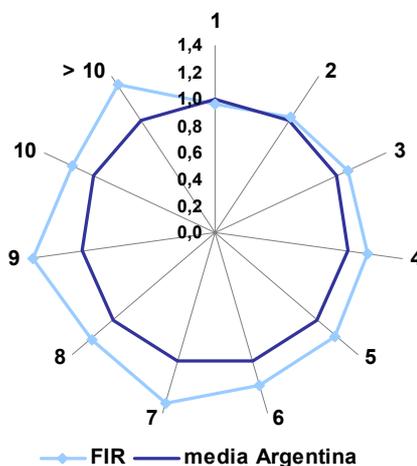
**Fig. 17 Red de colaboración intersectorial**



**Fig. 18 Porcentaje de la producción total (% Ndoc) en colaboración con los diez países más representativos, 1990-2005**



**Fig. 19 Factor de impacto relativo (FIR) de Argentina según número de países, 1995-2005**



## 7. Conclusiones

La primera conclusión a la que arribamos es que si bien Argentina presenta algunos patrones similares a los encontrados en otros países de la región latinoamericana, también revela rasgos y tendencias distintivos. Es el tercer país más prolífico de la región, después de Brasil y México. Registra una tasa de colaboración internacional más alta y un promedio de citas por documento más elevado a la de estos dos países, lo que estaría evidenciando una mayor influencia de sus contribuciones en la ciencia de corriente principal.

La segunda conclusión es que el sistema científico argentino está fuertemente influenciado y condicionado por el contexto socioeconómico. Este hecho quedó evidenciado en los efectos que sobre el mismo tuvo la

crisis de 2001, que además nos lleva a confirmar la hipótesis de que los procesos cíclicos de avance y retroceso permanentes del sistema económico del país, son una de las principales causas de las dificultades de su desarrollo científico.

Asimismo encontramos una paradoja entre los sistemas político, económico y científico. Mientras durante los años noventa, en los hechos, la ciencia y la tecnología estaban lejos de ser las prioridades del Estado, la producción científica registró un crecimiento de tipo exponencial. Ello, mientras el contexto económico y el tipo de cambio eran favorables (recordemos que durante la década del noventa regía en la Argentina un régimen de convertibilidad que establecía una paridad cambiaria de 1 peso = 1 dólar). Ahora bien, luego del período de recesión económica y de la crisis de 2001, y justamente cuando el Estado aparece con políticas y medidas orientadas a reactivar y fortalecer el sistema científico y tecnológico del país, es cuando, como una consecuencia de la depreciación externa de la moneda argentina, los ritmos de crecimiento de la producción científica se desaceleran y aparecen dificultades para sustentar la colaboración internacional, la publicación en revistas extranjeras, y un desarrollo científico en los niveles registrados en la anterior década; porque a pesar de tener un contexto político favorable esta vez, la economía y el tipo de cambio eran desfavorables.

La tercera conclusión que surge de este estudio es que las fortalezas temáticas de la ciencia del país respecto de otros países del mundo se encuentran en la investigación básica en Física y Química, y en la investigación aplicada en las Ciencias Agrícola-Ganaderas, Biología Vegetal, Animal y Ecología, y las Ingenierías y tecnologías vinculadas con ellas. No es casual que justamente esto se de en un país donde la actividad agropecuaria es un renglón importante de su economía, aunque paradójicamente no sean las áreas que reciben mayor inversión.

La cuarta conclusión es que el sistema científico argentino presenta una gran desproporción en la distribución de la inversión, los recursos humanos, las instituciones y los resultados de investigación en los

diferentes sectores e instituciones que lo conforman. Esta falta de equidad ha sido expresada en los muchos diagnósticos y planes, pero no resuelta.

Una quinta conclusión es que a pesar de que pueda existir una falta de articulación entre los sectores, la tasa de colaboración entre ellos es alta, siendo mayor entre el CONICET, Centros Mixtos y Universidades Nacionales que tienen una compleja estructura de relaciones. Se observan tendencias de incremento de la colaboración internacional, en detrimento de las tasas de colaboración nacional que se mantienen estables y de la colaboración exclusiva que mostró una regresión negativa.

Los últimos años que abarca este estudio son reveladores de un pronóstico alentador para el desarrollo científico del país, con políticas científicas favorables y una tasa de crecimiento de la inversión en I+D más alta que la del PBI. No obstante ello, es lamentable que junto a esta ventana de oportunidad, una nueva crisis financiera y económica, no solo ya de Argentina sino mundial, haga peligrar la continuidad de estas tendencias.

## 8. Bibliografía

BABINI, J. (1949). *Historia de la ciencia argentina*. México; Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica

BENEDETTI, G. J. (2003). Luego de la década del noventa, ¿qué podemos aprender? *Redes: Revista De Estudios Sociales De La Ciencia*, 10(20), 43-58

BUCHBINDER, P. (2005). *Historia de las universidades argentinas*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana

COITEUX, M. (2003). *Para entender diez años de convertibilidad en la Argentina*. Buenos Aires: CEPAL

DEL BONO, T. (2003). La fuga de cerebros pone en riesgo el futuro. 15.

FONCYT. (2003). *Sistema de evaluación de proyectos C&T (SEPCyT) presentados al FONCYT*

. Disponible en:

<http://www.agencia.mincyt.gov.ar/documentos/Sistema%20de%20Evaluacion%20PICT%20y%20PICTO.pdf> (Consulta: ene. 2008).

HJØRLAND, B., & ALBRECHTSEN, H. (1995). Toward a new horizon in information science: domain analysis. *Journal of the American Society for Information Science*,

46(6), 400-425

KREIMER, P., & UGARTEMENDÍA, V. (2007). Ciencia en la Universidad: dimensiones locales e internacionales. *Atos De Pesquisa Em Educaçao*, 2(3), 461-485 . Disponible en <http://proxy.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/viewPDFInterstitial/757/633> (Consulta: 21 de mayo de 2008).

LEYDESDORFF, L. (1995). *The Challenge of Scientometrics: The Development, Measurement and Self Organization of Scientific Communication* (2nd ed. ed.). Amsterdam: DSWO Press ; Leiden University

LÓPEZ PIÑERO, J. M. (1972). *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica*. Valencia: Centro de Documentación e Informática Médica

MCCAIN, K. W., VERNER, J. M., HISLOP, G. W., EVANCO, W., & COLE, V. (2006). *Combining bibliometric and knowledge elicitation techniques to map a knowledge domain*. <http://vw.indiana.edu/sackler03/ppts/McCain.ppt#258,1>, Combining Bibliometric and Knowledge Elicitation Techniques to Map a Knowledge Domain (Consulta: 15 de marzo de 2008).

PRICE, D. d. S. (1973). *Hacia una ciencia de la ciencia*. Barcelona: Ariel

PRITCHARD, A. (1969). Statistical Bibliography or Bibliometrics? *Journal of Documentation*, 25(4), 348-349

SECTIP. (1999). *La investigación científica y tecnológica en Argentina: Diagnóstico e identificación de Areas de Vacancia*. Buenos Aires: Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Disponible en: [http://www.mincyt.gov.ar/indice\\_diag.htm](http://www.mincyt.gov.ar/indice_diag.htm).

SPINAK, E. (2001). Indicadores cientiométricos. *ACIMED: Revista Cubana De Los Profesionales De La Información En Salud*, 9(Suppl. 4), 16-18.

SPINAK, E. (1996). *Diccionario enciclopédico de bibliometría, cientimetría e informetría*. Venezuela: UNESCO

SUBRAMANYAM, S. (1983). Bibliometric studies of research collaboration: a review. *Journal of Information Science*, 6, 33-38

VAN RAAN, A. F. J. (1997). Scientometrics: state of arts. *Scientometrics*, 38(1), 205-218

VESSURI, H. (1995). Recent strategies for adding value to scientific journals in Latin America. *Scientometrics*, 34(1), 139-161.

VESSURI, H. M. C. (1987). The social study of science in Latin America. *Social Studies of Science*, 17, 519-554

VESSURI, H. M. C. (1995). El proceso de institucionalización. J. Salomón, & C. Sachs (Comp.), *Una búsqueda incierta. Ciencia, tecnología y desarrollo* (pp. 199-234). México: Fondo de Cultura Económica/UNU.