

Ciencia, tecnología e innovación tecnológica: herramientas para el cambio

El autor de esta nota asegura que "cuando el Estado se encuentra contaminado de un profundo analfabetismo científico provoca que la ciencia no se desarrolle de acuerdo con los criterios que emanan de su epistemología, sociología, fronteras del conocimiento, etc. sino que se distorsione para adecuarse a las exigencias administrativas". Será clave contar con un aparato científico-técnico y productivo para impulsar en la Argentina proyectos de innovación tecnológica.



Por *el Ing. Nicolás Verini*

El ingeniero y doctor en física Félix Cernuschi escribía en *Ciencia Nueva* en 1972 "todo gobierno que se proponga con sinceridad promover el adelanto integral del país, tendrá necesariamente que hacer uso amplio e intensivo de la ciencia y tecnología moderna e incorporarla al proceso de modernización e incremento de la productividad existentes, incentivando mediante acertadas medidas económicas la innovación tecnológica y consecuentemente el incremento de la productividad y calidad de las industrias. Estimular las investigaciones en ciencia aplicada en aquellas áreas que pueden ser más productivas para el desarrollo del país y que tengan por finalidad obtener un uso más eficiente de los recursos naturales como, por ejemplo genética, metalurgia, fibras naturales y sintéticas, cueros, vidrio, cerámica, papel, industrias químicas, tecnología de reactores, oceanografía. Realizar un estudio detenido, con el asesoramiento de científicos, ingenieros, industriales y economistas de las distintas prioridades de desarrollo industrial y científico, con el objeto de acelerar el progreso integral, reformando la enseñanza secundaria y universitaria para hacerlas más útiles a los propósitos indicados".

Si cuantificamos los resultados obtenidos desde entonces, salvo honrosas excepciones, lamentablemente, los logros de la Argentina en ciencia y tecnología han sido poco alentadores, a pesar del trabajo sostenido, solitario y sin mayores apoyos y recursos a su aparato científico y tecnológico. Esto ha sucedido porque la educación, la ciencia y la tecnología no han sido temas prioritarios ni han sido puestos en el centro de una estrategia de desarrollo ni ocuparon los primeros puestos en la inversión pública o privada. La situación actual es doblemente contradictoria: por un lado, es un país "que está hoy detrás de una barrera de pobreza y otra de ignorancia" y, por el otro lado, "produce sabios que luego figuran en los planteles académicos de la mejores universidades del Primer Mundo, dirigen institutos y departamentos, ganan todo tipo de distinciones, incluido el famoso Premio Nobel. Hay argentinos emigrados cuyas contribuciones están revolucionando la ciencia, pero de las cuales el gran público se enterará dentro de muchos años. Otros son más modestos, pero a nadie le falta trabajo". En la Argentina sí le falta trabajo y, como es un país que no invierte, sus investigadores han tomado el camino del exilio.

El especialista Mario Albornoz escribe en *Informe Industrial* que "la Argentina creó casi todas sus instituciones científicas y tecnológicas en la década del cincuenta. Por aquellos años, el desarrollo era una utopía movilizadora en la cual, tanto al nivel de la doctrina como de las acciones concretas, la ciencia y la tecnología cumplían un papel relevante, que les daba sentido. El esfuerzo puesto en práctica a partir de entonces por los países latinoamericanos para impulsar el desarrollo alcanzó algunos éxitos en cuanto al crecimiento de la industria, pero fracasó en su intento de resolver el problema de la producción local de tecnología. Oscar Varsavsky, Amílcar Herrera y Jorge Sábato, entre otros, coincidieron en cuestionar desde perspectivas muy distintas la falta de vínculos entre la ciencia, la política y la producción. Sólo en ciertos sectores, vinculados fundamentalmente con las prioridades estratégicas definidas por los gobiernos militares (y continuadas en algunas etapas democráticas) tales como la energía atómica y la investigación espacial, se alcanzó una capacidad tecnológica importante

que todavía hoy permite logros como el de la licitación ganada por INVAP en Australia o el desarrollo del satélite SAC-C".

Basta observar lo que el Estado Nacional destina a investigación y desarrollo para darnos cuenta que no existe una política de Estado que promueva la actividad científico-tecnológica en comparación a los países desarrollados del Primer Mundo e, inclusive, a los de otros países limítrofes.

Mirando el presente, es necesario que comprendamos que muchos de los problemas que presenta nuestro país en relación con la situación de su contexto económico y social son consecuencia del modelo de desarrollo económico imperante y debe ser considerado como una parte de la crisis general que estamos soportando y que no podrá ser resuelta con medidas sectoriales de coyuntura y deberá necesariamente contar con una política de desarrollo que apunte integralmente al desarrollo económico con particular apoyo a la actividad científico-tecnológica.

Gasto público como porcentaje del PBI

Investigación y desarrollo

	%
Japón	3,03
Suecia	2,8
Finlandia	2,7
Francia	2,2
Italia	1,0
Gran Bretaña	1,8
España	0,8
Alemania	2,3
Canadá	1,7
Estados Unidos	2,84
Uruguay	0,1
Brasil	0,8
Cuba	0,75
Chile	0,63
ARGENTINA	0,34

Una cuestión de Estado

El desarrollo científico-tecnológico deben ser una cuestión de Estado y es necesario poner en pie el sistema de ciencia y tecnología cambiando la orientación que hasta ahora se ha seguido en materia de investigación y desarrollo del país. Es necesario que la Argentina invierta en la producción de conocimiento y que la política científica deba ser atendida como una cuestión de principal importancia, colocándola en un contexto estratégico y planificar en el corto, mediano y largo plazo para que la producción de ciencia, tecnología e innovación productiva esté articulada con la actividad de los científicos, tecnólogos y productores industriales y no sea una labor desintegrada y solitaria de los diferentes sectores del conocimiento y de la producción. Es sabido, de acuerdo a los datos internacionales, que tener un sistema de ciencia, tecnología e innovación productiva en funcionamiento requiere una inversión –pública y privada– de por lo menos el 1% del PBI por año y, lo realmente grave, es que mientras Brasil y Chile aumentaron el 46% de



"El desarrollo científico-tecnológico debe ser una cuestión de Estado y es necesario poner en pie el sistema de ciencia y tecnología cambiando la orientación que hasta ahora se ha seguido en materia de investigación y desarrollo del país. Es necesario que la Argentina invierta en la producción de conocimiento y que la política científica deba ser atendida como una cuestión de principal importancia, colocándola en un contexto estratégico y planificar en el corto, mediano y largo plazo".

la inversión en ciencia y tecnología siguiendo el camino de los países del Primer Mundo, la Argentina no tiene ninguna vocación de hacerlo.

Mario Albornoz dice que para se produzca un aumento de inversión se requeriría una política decidida y a la vez compleja, ya que involucra la necesidad de definir un proyecto de desarrollo productivo, de innovación, de reforma de las universidades y de consolidación del sistema científico y tecnológico. Nada de esto está ocurriendo aún. Por lo tanto, el escenario de expulsión se configura inevitablemente. Si alguna vez la Argentina fue comparable a Canadá es deprimente comprobar que este último país invirtió en investigación y desarrollo experimental (I & D) durante 1999 diez veces más que el nuestro y que, con más de doce mil millones de dólares, superó en forma significativa a los países latinoamericanos, los cuales en conjunto apenas alcanzaron los diez mil millones.

Hay quien argumenta que la inversión en I & D está directamente relacionada con la riqueza del país. No es

tan evidente que sea así. Por ejemplo, el PBI de los Estados Unidos quintuplicó a los países de América latina, pero su inversión en I & D fue veinticinco veces mayor que la latinoamericana. En definitiva, cabe la lectura de que los países latinoamericanos realizan en ciencia y tecnología un esfuerzo inferior al que cabría esperar, dado el valor de su producto. Sin embargo, el problema no involucra solamente los gobiernos. El sector privado en la Argentina dedica aún menos atención a la ciencia, la tecnología y la innovación: apenas la cuarta parte de la inversión I & D es financiada por las empresas, en tanto que el grueso es presupuesto público. Esta estructura de financiamiento es inversa a la de los países industrializados, en los cuales aproximadamente las dos terceras partes de los recursos para estas actividades provienen de las empresas.

Cuando hablamos de una política de Estado nos referimos a que toda Nación debe saber formular las políticas y las estrategias de desarrollo tecnológico. Una estrategia que han seguido algunas de las naciones desarrolladas ha sido la de seleccionar y apoyar económicamente ciertos campos de la ciencia y de la tecnología teniendo en cuenta su importancia con vistas al desarrollo del país y de su inserción en el contexto de la economía mundial, la que ahora llamaríamos globalización. Esa estrategia ha sido seguida por países como Holanda, Finlandia, Malasia, Irlanda, Australia, Suecia, Gran Bretaña, China, India, Taiwán, Corea del Sur, Brasil, entre otros. Sólo pocos países —como los Estados Unidos, Japón, ahora China y antes Rusia— pueden proponerse una estrategia de avance integral en muchos y amplios campos de la ciencia y de la tecnología.

Japón, por ejemplo, gastó en el período 1954-1965 650 millones de dólares en la compra de patentes y procesos extranjeros, lo que era mucho dinero en esa época, y esa tecnología importada le permitió, con gran capacidad de trabajo y habilidad, obtener una fabricación de productos por catorce mil millones de dólares. Por supuesto que Japón no se limitó solamente a importar tecnología y reproducir productos iguales a los producidos del extranjero sino que supo adoptar las nuevas tecnologías a sus conveniencias nacionales e internacionales e imprimirles un sello de innovación propio. Esto último se pudo hacer porque el proceso de selección y adaptación de tecnologías extranjeras estuvo a cargo de científicos e ingenieros

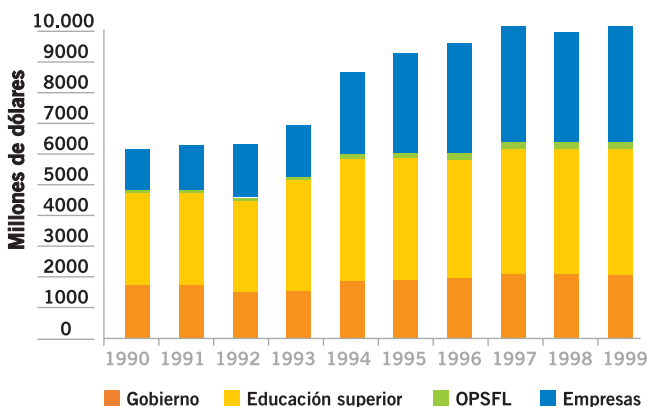


Figura 1.

Fuente: Informe industrial

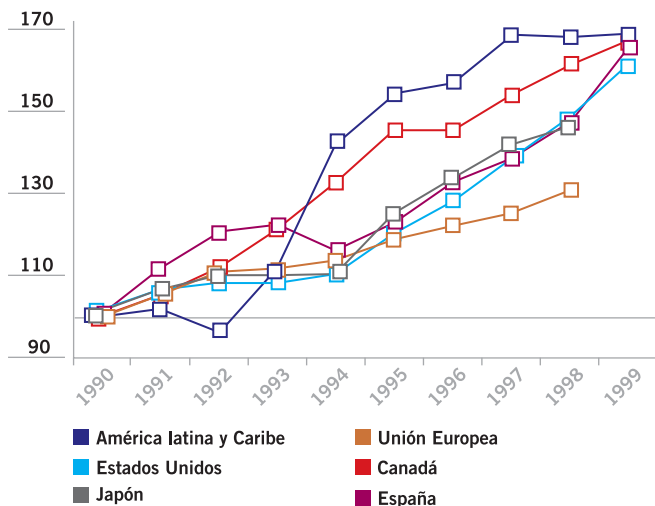


Figura 2.

Fuente: Informe industrial

japoneses de talento. En la década del '60 comenzaron a aparecer en el mercado los electrodomésticos, las cámaras fotográficas, los equipos electrónicos de audio, las herramientas y los equipos, para continuar hoy con la invasión científica y tecnológica que se advierte a nivel mundial en todo el campo industrial e informático.

Algunos datos recientes orientadores de la nueva política de Estado que está implementando actualmente Alemania cuentan que tiene un plan de aumentar cada año un 3%, hasta el 2010, su inversión en sus grandes centros de investigación. Los dieciséis Estados federados han firmado un acuerdo, bautizado como "pacto por la investigación y la innovación" para aumentar sus inversiones a pesar de las dificultades financieras que atraviesa el país, destinando para el 2005 la cantidad de 3800 millones de euros a la Sociedad Max Plank, los Institutos Frunhofer y el Instituto Leibniz. Otros 1300 millones de euros irán a la Comunidad Alemana de Investigadores para financiar actividades en la universidad y a la creación de treinta universidades de élite por un total de 1900 millones de euros, acordando que la administración federal financie el 75% de los costos como fomento a la investigación. En este contexto, el gobierno alemán está dando un nuevo impulso a la industria de la biotecnología y farmacéutica, promoviendo mejores condiciones para investigar y desarrollar nuevos medicamentos frente a la competencia extranjera convencido de "quien quiera sobrevivir en la industria de los medicamentos tiene que ocupar posiciones de liderazgo en las tecnologías biológica y genética de avanzada", declara el ministro de Finanzas, Alfred Tacke. Alemania necesita de un "medio de cultivo" más positivo para las nuevas tecnologías, puesto que son la base de las innovaciones.

Es un país que apoyó fuertemente la industria y el desarrollo de la tecnología en el campo automovilístico y esto le ha valido ser premiado con un gran desarrollo en el campo de la tecnología óptica —es líder mundial en equipos láser para usos industriales delante de Japón y los

Estados Unidos—, últimamente han entrado fuertemente en el campo de la nanotecnología, construyendo seis centros de investigación concentrados en el estudio de revestimientos ultra finos, empleo de nanoestructuras en la óptica electrónica, elaboración de superficies ultrafinas y máquinas nanométricas. Pero también ha desatendido campos como el de la electrónica para el tiempo libre y no ha podido enfrentarse a colosos como Sony, admitiendo haber perdido posiciones y reconociendo que los centros de investigación y desarrollo se encuentran ahora no en Alemania sino en Corea del Sur, Taiwán, China y Japón, pero ha despertado, reaccionando con importantes financiamientos en proyectos de investigación en ese campo.

En nuestro país diferentes sectores han incorporado rápidamente la biotecnología a sus procesos productivos por su importancia económica, su importancia social y su incidencia en las exportaciones. Esto es evidente, ya que de las veinte primeras compañías exportadoras, dieciséis pertenecen al rubro agroalimentario. Otras industrias como la farmacéutica, agroquímica, equipos industriales y científicos, productos químicos, alimentos y bebidas, textiles, cueros, celulosa y papel, descontaminación de aguas y residuos orgánicos, la minería y la industria del petróleo ya están incorporando procesos o productos de la biotecnología, lo que permitirá abrir aún más la frontera de la investigación y de la aplicación de las tecnologías modernas.

El caso de Brasil

En Brasil, vecino de la Argentina, la política de promoción de la industria informática comenzó hace más de diez años con la aparición de los polos tecnológicos, las incubadoras de empresas de tecnología de la información acompañado con la voluntad y el espíritu emprendedor de los brasileños. En la década de los '90, el gobierno decidió apoyar la industria del *software* al percibir que Brasil tenía una base como para convertirse en un país exportador, resistiendo las presiones que fueron hechas por gobiernos de otros

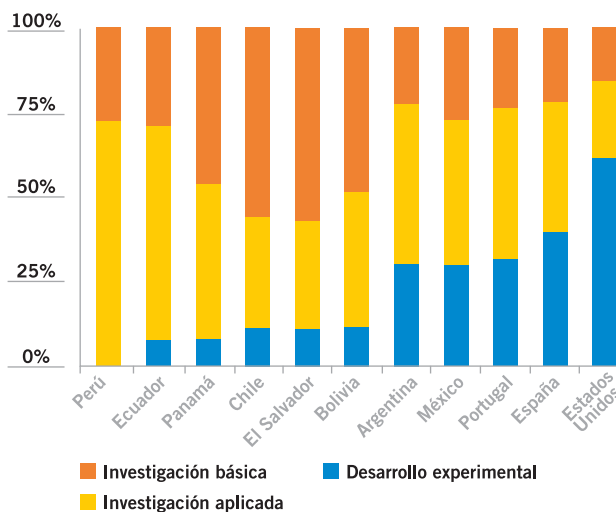


Figura 3.

Fuente: Informe industrial

países, lo que permitió la creación de miles de industrias y capacitó a muchas personas. Lo más importante fue la combinación creativa de tres factores clave: las instituciones científicas y tecnológicas, una industria que iba a demandar la tecnología creada y la organización de la sociedad para que los órganos políticos lo apoyen. Según un informe –"Brasil, el mejor ejemplo" de Luis Esnal– como resultado de esa combinación el *software* brasileño triplicó su participación en el producto interno y hoy Brasil está levemente atrás de la arrasadora China y de la India, el paradigma de los países en desarrollo de fabricantes de *software*, con la diferencia que en lugar de meras líneas de código compradas como *commodities*, foco de la producción india, las empresas brasileñas fabrican el producto completo. Según un estudio comparativo realizado por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) con el nombre de *Slicing the Knowledge. Based Economy in India, China and Brasil*, en 2001 Brasil vendió 7700 millones de dólares en *software*, contra 7900 millones de China y 8200 millones de la India. Brasil tiene hoy poco más de cinco mil empresas para programación y su sector emplea 176.000 trabajadores. El último parque tecnológico creado es en Recife, bautizado Puerto Digital, una especie de Silicon Valley en incipiente formación, que destaca el papel fundamental de las incubadoras brasileñas y parques tecnológicos. Brasil tiene actualmente en funcionamiento 207 incubadoras y siete parques tecnológicos.

De las incubadoras tecnológicas en funcionamiento en Brasil, el 84% está vinculada con centros académicos de investigación y universidades, siempre con algún tipo de asistencia del poder público y todas bajo el paraguas del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Incentivos fiscales

En la Argentina faltan los incentivos fiscales y, a pesar de ello, la Asociación de Incubadoras de Empresas, Parques y Polos Tecnológicos reveló en 2003 que ya existen 33 incubadoras de empresas identificadas y veintidós parques y polos tecnológicos. A diferencia de otros países del mundo, donde la colaboración entre las universidades y las empresas ha sido la clave del éxito, en la Argentina no existe una tradición de fuerte colaboración y hay desconfianza mutua entre las empresas y universidades y una visión utilitaria de cada una de ellas, en la opinión del CEO de Idea Factory Software, empresa que forma parte del polo de Tandil. También sostiene que "el contacto con los creadores de la ciencia y la tecnología es muy importante porque genera una corriente de ideas y de creación fundamentales en la producción y la investigación. Al mismo tiempo, las empresas podemos transmitirles a los centros de investigación y a las universidades los temas que importan al mercado. Todos los casos exitosos de empresas tecnológicas en el mundo han girado en torno a esta fuerte cooperación entre compañías y universidades o centros académicos. Las ventajas son evidentes, ya que la universidad dispone de recursos humanos y conocimientos y es capaz de cumplir con la función de interfase entre los grupos de investigación y desarrollo con el medio productivo buscando las soluciones al desarrollo tecnológico que necesita el sector de la producción. La oferta tecnológica de los centros de investigación es amplia

y abarca destinos diferentes y aspectos diversificados como alimentos, desarrollo agropecuario, medio ambiente, recursos hídricos, tecnologías industriales, servicios educativos, planeamiento urbano, desarrollo y obtención de patentes y transferencia de tecnología".

Bajar costos

Los costos de investigación y desarrollo pueden bajarse, ya que no es necesario duplicar las investigaciones en la cooperación. En este caso es fundamental la participación de las universidades, las empresas y el gobierno trabajando para un proyecto que dé lugar a la creación de empresas nuevas puntualizando lo que el coordinador del programa de incubadoras, parques y polos tecnológicos del SECyT dice en cuanto a que "debe haber mejores normas para permitir la creación de nuevas empresas y, también, un mejor y mayor financiamiento para las compañías nuevas o tecnológicas. Los países que quieren crecer a partir de la innovación tienen que darles ventajas a las empresas tecnológicas, una de ellas es disminuirle los impuestos, otra puede facilitarle la instalación en lugares donde les puedan dar muchos conocimientos y otorgarle financiamiento y créditos. Creo que si pudieran dar todos estos beneficios tendríamos otro país. Esto ya ocurre en la India, España, Francia, Estados Unidos y Brasil; en muchos países, pero acá no. De todas maneras, creo que la Argentina está entendiendo que para crecer hay que innovar y para ello hay que vincularse con el conocimiento".

Otro hecho incontestable en la Argentina es que la producción de ingenieros y científicos es baja en proporción a la de otros profesionales: sobre 1.142.152 graduados, sólo el 9,8% corresponde a la ingeniería, mientras que en ciencias económicas, 15,8%; medicina, 15,5%; derecho y sociales, 12,7%; humanidades y ciencias sociales, 11,6%; arquitectura y diseño, 5,7%; farmacia y bioquímica, 3,6%; ciencias de la educación, 3,3%; ciencias exactas y naturales, 3,1%; informática y sistemas, 2,8%; agronomía y afines, 2,5%. La matriculación en ciencias duras ha disminuido en los últimos diez años. Con esta situación es casi imposible reducir el *technological gap* entre los países desarrollados y el nuestro y deberíamos revertir esta situación e incrementar la producción de ingenieros y científicos de gran capacidad y con habilidad para innovar y tecnólogos. Que los mejores cerebros puedan formarse es un derecho que tienen los jóvenes y poder poner su talento y su inventiva al servicio de un proyecto de transformación y desarrollo del país.

Esto obliga a crear centros de enseñanza de alto nivel para las disciplinas científicas como ya sucedió en Alemania con el surgimiento de las Escuelas Técnicas Superiores (Technischen Hochschulen) y de ellas salieron los que crearon el "milagro alemán". Basta citar también el Imperial College of Science and Technology de Londres, las Ecoles Nationales Supérieures de Ingeniería de Francia, el Instituto Politécnico de Zurich de Suiza, el Technische Hogeschool de Delf de Holanda, el Massachusetts Institute of Technology, el Case Institute of Technology de los Estados Unidos, el Instituto Politécnico de Milán, el Politécnico de Turín, el Technion de Israel, los Politécnicos de Rusia, Japón y China y nuestro Instituto Balseiro.

Oportunidad

Para que esto pueda ser posible tal vez deberíamos derro-
tar los criterios economicistas en la selección natural de los
recursos financieros destinados a ciencia y tecnología. Según
Marcelino Cereijido, es necesario evitar "la entronización de
funcionarios que a veces no son más que la interfase desca-
rada con las instituciones financieras internacionales y los
graves daños que causan no son reconocidos como una
prueba fragante de que los enfoques exclusivamente econo-
micistas son un despropósito".

Cuando el Estado se encuentra contaminado de un
profundo analfabetismo científico provoca que la ciencia
no se desarrolle de acuerdo con los criterios que emanan
de su epistemología, sociología, fronteras del conoci-
miento, etc. sino que se distorsione para adecuarse a las
exigencias administrativas.

Una de las herencias que tiene nuestro aparato científico-
tecnológico es que contamos con un potencial relativamen-
te alto de investigadores pese a que la inversión realizada en
ese campo ha sido muy baja, pero es necesario crear nue-
vos; en la opinión de Cereijido: "los argentinos carecen de
un aparato científico-técnico-productivo como el que tie-
nen todos y cada uno de los países del Primer Mundo y
ninguno del Tercero. Pero son uno de los pocos pueblos que
si entendieran, revisaran sus bases éticas, su visión de la rea-
lidad, la compararan con la que se necesita para abrirse
camino en el mundo moderno, tendrían en sus manos la
herramienta fundamental del cambio. Los argentinos tie-
nen con qué y la oportunidad no dejará de presentarse". ■

Nicolás Verini es ingeniero químico e ingeniero en petróleo. Cursó estudios
de especialización en el Instituto Enrico Mattei del ENI en Economía de la
Energía, en el Instituto Francés del Petróleo sobre Economía petrolera y
Comercio exterior y sobre Refinación y Optimización energética
en ONUDI-ACTIM.

Se desempeñó en YPF. Fue gerente de Comercio exterior, jefe del
departamento de Operaciones con combustibles y coordinador del
contrato NEUBA. En la docencia se desempeña como profesor titular de la
cátedra de Comercio internacional de hidrocarburos y como profesor de
Economía del petróleo y gas, Ingeniería de productos del petróleo y gas

Bibliografía

- Cernuschi, Félix, "Consideraciones sobre política de la ciencia", en *Ciencia Nueva*, N° 15.
- Sábato, Jorge, "Quince años de metalurgia en la Comisión Nacional de Energía Atómica", en *Ciencia Nueva*, N° 15.
- Cereijido, Marcelino, *La obediencia debida*, Buenos Aires, Libros del Zorzal, 2004.
- Puigrós, Adriana, "Una ley para la ciencia", en *Clarín*, Tribuna abierta e informe industrial.
- Albornoz, Mario, "Es necesario un nuevo enfoque", en *Ciencia y Tecnología*, informe industrial, N° 180, 2000.
- Perazo, Cintia, "Centros de atracción", en *La Nación online*.
- Esnaí, Luis, "Brasil, el mejor ejemplo", en *La Nación online*.
- Gallino, Luciano, "Politiche Industriali: Italia e Europa", en *El Manifiesto*, octubre de 2003.
- Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, *Elementos de diagnóstico y prioridades de ciencia y tecnología en recursos naturales*, mayo de 2004.
- "Alerta en Alemania por el rezago en biotecnologías", "Alemania refuerza su inversión en investigación científica", en *Deutsche Welle*, 16 de noviembre de 2004.
- "Ricerca, un suicidio ai tagli in Europa", en *La Repubblica*, febrero de 2003.
- Sylos Labini, Paolo, *Nuevas tecnologías y desempleo*, México, Fondo de Cultura Económica, 1993.
- Yoshikawa, Hiroshi, *Japan's Lost Decade*, Japón, LTCB International Library Trust, 1993.
- "Biotecnología, el futuro en debate", en *Encrucijadas*, UBA, noviembre de 1995.
- "Censo de los graduados universitarios", en *Clarín*, 20 de noviembre de 2004.
- Barreiro, E.; Barceló, G.; Ives Gross, J., "Tecnología y el rol del Estado", en *Congreso de Innovación Tecnológica*, Buenos Aires, 2004.

natural y Comercialización interna de crudos y derivados de la carrera de especialización en gas y en petróleo en el Instituto del Gas y del Petróleo de la UBA.

Profesor invitado de la Universidad Católica Argentina Facultad de Ciencias Físico Matemáticas e Ingeniería, en los cursos de especialización en petróleo y gas natural y de la Scuola Superior de Hidrocarburos "Enrico Mattei" del EniCorporate University of Italia.

Además, fue consultor de la Organización Federal Provincias Productoras de Hidrocarburos (OFEPHI) y de la compañía Total Austral SA. Actualmente es director del Instituto del Gas y del Petróleo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y consultor.